A *NESCO* RY Publication

by Dr. phil. Ron Davis Rahf



Die Jahrtausendhitze ohne Klimawandel



**“Climate will change –
with or without mankind”**

Dr. Roy Spencer

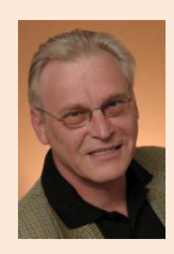
1. AUFLAGE / 1ST EDITION

Anmerkungen:

Schreibweise „ß“ und „ss“

In Hinblick darauf, dass es das deutsche “ß” in der Schweiz nicht gibt und es von vielen OCR- und Übersetzungsprogrammen als „B“ gelesen wird wurde das „ß“ generell durch das „ss“ ersetzt. Dieses betrifft auch Originaltexte und/oder Zitate.

Vorwort



Ron Davis Rahf

Den Rotwein in Schottland und Kokos-Palmen im Freien in Berlin, München oder Paris haben wir noch nicht aber das "Hysteriometer" ist bereits am Anschlag und das IPCC feiert wohl schon den nahenden "Endsieg" seiner anthropogenen Klimaerwärmungsspekulation.

Die gesamte Theorie des IPCC beruht auf der Korrelation von CO2 Anstieg und Erwärmung und sonst...auf NICHTS!

Jegliche andere natürliche Faktoren werden pauschal ausgeschlossen.

Jede Korrelation kann aber sowohl auf Kausalität als auch auf Koinzidenz beruhen und die Korrelation allein kann prinzip-bedingt keine Entscheidung für das Eine oder Andere herbeiführen.

Einige Computersimulationen, die diese Kausalität voraus-setzen, um dann die Kausalität zu "beweisen", ist kompletter Nonsens, weil Zirkelschluss aber Realität bei allen Klima-simulationen des IPCC. Sie wirken grotesk, wenn diese Daten dann noch manipuliert und/oder glattgebügelt werden.

Was bleibt ist etwas extrem Altmodisches: Der Glaube! Entweder glaubt man an die Kausalität und handelt entsprechend, oder eben nicht.

Die Glaubensfreiheit ist ein fundamentales demokratisches Prinzip und steht über jeder Hysterie. – Die IPCC missbraucht diese Glaubensfreiheit und die demokratischen Grundregeln unserer Gesellschaft, in dem ein Teil der Wissenschaft Opfer und Sklave einer Klimadoktrin geworden sind und wohl-weisslich der Bevölkerung Unwahrheiten auftischen.

Ron Davis Rahf

Die IPCC und ihre Warmisten jubelten Ende Juni 2019 und sahen sich wieder einmal bestätigt, dass der von ihnen propagandierte anthropogene, globale Klimawandel Schuld und Ursache an den warmen, gar heissen Tagen in Deutschland, Frankreich, Italien und Spanien sei.

Moment einmal: global? – Irrtum: In Finnland, Schweden, Irland und Russland, aber auch „Downunder“ war es im Juni 2019 extrem kalt. Im Juli 2019 herrschten gar in Ostfinnland tagsüber 9 Grad Celsius. – Natürlich: „Klimawandel“ ist für alle Zustände verantwortlich…



Nach einigen Hitzetagen normalisierte sich das Wetter in Mitteleuropa und man zur Feststellung, dass es einfach nur Sommer ist.

Dann folgte das glorreiche Comeback des Sommers: Der Juli 2019 mit Temperaturen nahe 40 Grad verstörte einige Klimawandelzweifler und die Medien unkten gar vom heissesten (globalen) Sommer seit Menschengedenken.

Über die Wetterlage (u.a. Einfluss der Strömungen aus der Sahara) sprach man natürlich nicht und suchte auch keine anderen Ursachen für diese vermeintliche Wetteranomalität. Man hatte ja schliesslich den Übeltäter: den von Menschen gemachten globalen Klimawandel…

Immer wieder zitierte man tolle Temperatur-Grafiken, die bestätigen, dass seit Beginn der Wetteraufzeichnung die Temperaturen in den letzten Jahren einen Rekord nach dem anderen brechen. – Bei verschiedenen Berechnungsmethoden „seit Beginn der Wetteraufzeichnung“ lässt man natürlich gerne unberücksichtigt, dass damals die Wetterstationen

global äusserst spärlich waren, oder gar in einigen Ländern gar nicht vorhanden und Messmethoden unterschiedlich mit nicht genormten/kalibrierten Instrumenten an verschiedenen Höhen vorgenommen wurden.

Als dann noch die ersten Wetterballons Wetterdaten lieferten, wurden die Daten noch irrelevanter.

Die Einführung der Temperaturmessung von Satelliten, die selbst nach Angaben der NASA in der Anfangszeit nicht untereinander kalibriert, geschweige dann mit Festlandmessungen identisch waren, hat man dann eben ebenfalls elegant abgetan.

Willkürlich werden „Anomaliepunkte" gebildet und/oder Daten glattgebügelt, um eine subjektiv passende „Kurve" zu haben.

Argumente, dass ein möglicher lokaler – nicht globaler - Temperaturanstieg andere Ursachen haben könnte und müsste, wird von Warmisten rhetorisch auf die Aussagen ihrer Wissenschaftler abgetan und Phasen von extremen Warmzeiten der Paläoklimatologie ignoriert.

Dass wir in einer Warmphase der Eiszeit leben – einer ganz normalen Phase – scheint missachtet zu werden. Selbst in den letzten 10000 Jahren – wir wollen hier nicht die gesamte paläoklimatische Geschichte der Erde erwähnen - hat es stets extreme Wetterkapriolen – in beide Richtungen - gegeben, die man gar teilweise als „zeitlich bedingten Klimawandel" hätte bezeichnen können.

Da gab es das „Jahr des Nebels" und das „Jahr ohne Sommer", die nachweislich seismologische Events als Verursacher hatten und für eine drastische *Abkühlung* des globalen Wetters sorgten.

Unerwähnt blieben natürlich auch andere Wärme- gar Hitzephasen, von denen wohl dem Volksmunde die Wikingerzeit bekannt sein dürfte, die Grönland als „grünes Land" entdeckten, der Untergang der Maya-Kultur und Events in Arizona, die in alten Indianergeschichten geschildert wird; Phasen, in denen in England Wein angebaut und in Nordnorwegen Ackerbau betrieben wurde…

Dann gab es aber auch das Jahr 1540, das bei heutigen Hitzedebatten auch in den Medien Erwähnung findet und als Horrorszenario eines „Klimaarmageddos" droht.

Vorab soll festgestellt werden, dass man schlechthin über damalige Angaben wie „Hitze“, Dürre usw. grundsätzlich vorsichtig sein sollte.

Das Thermometer (erfunden 1686) gab es damals noch nicht und Begriffe wie „warm“ und „heiss“ sind relativ. Eine länger anhaltende Trinkwasseraufbewahrung war unüblich und die Bewässerung der Felder überliess man dem Regen und vertraute auf Gott. Die Mitteleuropäer hätten gut daran getan sich Bewässerungstechniken z.B. der Ägypter anzueignen.

Befassen wir uns damit, was uns über das Jahr 1540 in einigen Medien berichtet wurde:

Wikipedia:

> *Katastrophen*
>
> *In Mitteleuropa zählte das Jahr mit der Dürre in Mitteleuropa 1540 zu den wärmsten und trockensten Jahren des Jahrtausends; es geht als Jahr der möglicherweise katastrophalsten Dürre des Jahrtausends in die Geschichte ein. Zwischen März und September regnet es kaum, Brunnen und Quellen fallen trocken, Vieh wird notgeschlachtet, unzählige Menschen sterben bei der Arbeit auf dem Feld. Der Rhein ist bei Basel und Köln zu Fuss überquerbar.*
>
> *Allein in Deutschland kommt es zu 33 Stadtbränden (z.B. Stadtbrand von Einbeck (Fürstentum Grubenhagen), Freudenberg (Siegerland), Wangen im Allgäu); etliche davon gelten als antiprotestantische Brandstiftungen.*
>
> *Weinbau*
>
> *Nach einem äusserst trockenen und sonnigen Jahr wird in Würzburg der Kaiserwein gelesen, als Versuch die scheinbar verlorene, da grossteils vertrocknete Weinernte zu retten. Dies erweist sich als Glücksgriff; der 1540er Würzburger Stein gilt als der älteste bekannte Lagenwein, als einer der besten Weine des vergangenen Jahrtausends und als Erfindung der Spätlese. Die letzte bekannte Flasche dieses Weins wird im Bürgerspital zum Heiligen Geist in Würzburg aufbewahrt.*
>
> *Gesellschaft*
>
> *29. Juni: Wegen angeblichen Wetterzaubers und Weidevergiftens wird in Wittenberg Prista Frühbottin verbrannt.*

Dürre in Mitteleuropa 1540

Die Dürre in Mitteleuropa 1540 war ein klimatologisches Extremereignis. In verschiedenen paläoklimatologischen Untersuchungen wurden die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse rekonstruiert und in Bezug zu den gegenwärtigen Bedingungen gesetzt.

Auf Basis von historischen Aufzeichnungen leiten Wetter et al. (2014) ab, dass es sich um eine elfmonatige Periode gehandelt hat, während der es in Europa kaum regnete und es sich somit um eine Megadürre gehandelt haben könnte. Diese Schlussfolgerungen werden allerdings durch Büntgen et al. (2015) unter Verweis auf zusätzliche Datenquellen (Baumringe) in Frage gestellt.

Orth et al. (2016) kommen zu dem Ergebnis, dass die mittlere Temperatur im Sommer 1540 über dem Mittel von 1966 bis 2015 lag und geben eine Wahrscheinlichkeit von 20 % an, dass sie über der des Sommers 2003 lag.

Das Schwedenfass im Staatlichen Hofkeller Würzburg wurde zur Lagerung des „Jahrtausendweins“ von 1540 geschaffen

Der Schweizer Historiker Christian Pfister beschreibt die Ereignisse des Jahres 1540 in Mitteleuropa in einem Zeitungsinterview folgendermassen:

Elf Monate fiel damals praktisch kein Regen, „die Temperatur lag fünf bis sieben Grad über den Normalwerten des 20. Jahrhunderts, verbreitet muss die Temperatur im Hochsommer über vierzig Grad geklettert sein. Unzählige Waldgebiete in Europa gingen in Flammen auf, beissender Rauch trübte das Sonnenlicht, im ganzen Sommer 1540 wurde kein einziges Gewitter registriert. Schon im Mai wurde das Wasser knapp, Brunnen und Quellen fielen trocken, die Mühlen standen still, die Leute hungerten, das Vieh wurde notgeschlachtet.“ In Europa starben im Jahr 1540 schätzungsweise eine halbe Million Menschen, die meisten von ihnen an Durchfallerkrankungen.

„Alles begann in Norditalien, mit einem Winter, der sich wie ein Juli anfühlte. Kein Tropfen fiel von Oktober 1539 bis Anfang April 1540. Dann griff die Dürre auf den Norden über.“ Der Juli brachte eine solche „Gluthitze, dass die Kirchen Bittgebete aussandten, während Rhein, Elbe und Seine trockenen Fusses durchwatet werden

konnten. Dort, wo noch Wasser floss, färbte sich die warme Brühe grün,“ Fische trieben tot mit dem Bauch nach oben. „Der Bodenseepegel sank auf Rekordniveau, Lindau war sogar mit dem Festland verbunden. Bald verdunstete das Oberflächenwasservollständig, die Böden platzten auf, manche Trockenrisse waren so gross, dass ein Fuss darin Platz fand.“

„Im Elsass blühten die Obstbäume erneut, in Lindau reichte es sogar für eine zweite Kirschernte. Am Bodensee ... war Wein irgendwann billiger als Wasser, und in Limoges ernteten die Winzer geröstete Trauben, aus denen sie Sherry-ähnlichen Wein gewannen, der ... schnell betrunken machte.“

Aus der Stadt Münden liegt eine Beschreibung vor, in der der 1540er Jahrgang des herzöglichen Weinbergs am Questenberg als „so vortrefflich“ bezeichnet wird, dass man ihn ausländischen Weinen vorzog.

Im Schweizer „Dorf Goldiwil stiegen die verzweifelten Menschen sogar 500 Höhenmeter täglich auf und ab, nur um ein paar Bottiche Wasser aus dem Thunersee zu schöpfen.“

„Der Spiegel online“ schrieb :

Hitze-Jahr 1540

Wetterdaten enthüllen Europas grösste Naturkatastrophe

Elf Monate kaum Regen und Extremhitze: Mehr als 300 Chroniken aus ganz Europa enthüllen die grausamen Details einer gigantischen Katastrophe im Jahr 1540. Und sie zeigen: Das Desaster kann sich wiederholen.

Von Axel Bojanowski

Nichts hatte die Katastrophe angedeutet. Das Klima hatte sich zu Beginn des 16. Jahrhunderts erholt, milde und regenreiche Jahrzehnte liessen in Europa meist üppige Ernten gedeihen, die Bevölkerung mehrte sich rapide. Medizin, Kunst und Wissenschaft erblühten, die Renaissance hielt endlich auch nördlich der Alpen Einzug.

Das Jahr 1539 verabschiedete sich mit stürmischem, mildem Westwind. Es regnete viel im Dezember, die Leute flüchteten in ihre Häuser. Sie ahnten nicht, wie kostbar der Niederschlag in Kürze werden sollte.

Im Januar 1540 begann eine Trockenphase, wie sie Mitteleuropa seit Menschengedenken nicht erlebt hat, berichten nun Wissenschaftler, die ein riesiges Archiv an Wetterdaten heben konnten. Elf Monate fiel kaum Niederschlag, die Forscher sprechen von einer "Megadürre".

Das Jahr brach alle Rekorde: Entgegen bisheriger Einschätzung von Klimaforschern ist nicht der Sommer 2003 der heisseste bekannte - 1540 habe ihn bei Weitem übertroffen, schreibt die internationale Forschergruppe um Oliver Wetter von der Universität Bern im Fachblatt "Climate Change".

Das Vorspiel

Klimamodelle können solch extreme Phasen der Witterung nicht darstellen, haben die Experten entdeckt. Auch die Jahresringe von Bäumen fallen als Indikatoren aus - denn Hitzestress stoppe das Pflanzenwachstum. Das 32-köpfige Forscherteam hat nun aber erstmals Daten aus mehr als 300 Chroniken aus ganz Europa zusammengeführt, etwa Aufzeichnungen von Landwirten, Kirchen oder Schleusenwärtern - sie enthüllen Europas grösste Naturkatastrophe.

Dass das Jahrtausenddesaster bereits 1539 Schwung aufnahm, blieb nördlich der Alpen unbemerkt. In Spanien hielten die Menschen seit Oktober Bittprozessionen für Regen ab. Und im Winter war es in Italien trocken und warm "wie im Juli", heisst es in einer Wetterchronik. Heute wissen Meteorologen, dass Trockenheit im Süden oft Vorbote für andauernde Hitze im Norden des Kontinents ist.

Im Januar kam die Trockenheit noch gelegen, weder Eis noch Schnee beeinträchtigen das Alltagsleben. Doch eine fatale meteorologische Zweiteilung festigte sich: Während Russland im Frühjahr über anhaltenden Schnee und Regenfluten klagte, wunderten sich die Mitteleuropäer über fortwährenden Sonnenschein und sternenklare Nächte. "Es regnete nur mal drei Tage im März", notierte der Winzer Hans Stolz im Elsass.

Kollaps am Weinberg

Der Boden trocknete aus, er brach vielerorts wie Knäckebrot. Risse waren so tief, dass Leute ihre Füsse darin baumeln lassen konnten, heisst es in einer Chronik. Was trockener Boden auslösen kann, ist seit

2003 allseits bekannt: Weil kein Wasser verdunsten kann, wobei Wärme verbraucht würde, heizt sich die Luft weiter auf. "Diese Rückkopplung hat die Hitzewelle 1540 stabilisiert", berichtet Sonia Seneviratne von der ETH Zürich.

Das Sonnenwetter führte in Mitteleuropa zur Katastrophe. Mindestens dreimal so viele Tage wie üblich waren 1540 mehr als 30 Grad heiss. Als Erste traf es die Tiere, viele verdursteten oder starben an Hitzschlag. Unzählige Menschen brachen bei der Arbeit auf Feldern oder in Weinbergen zusammen. Spannungen verschärften sich zu Verfolgungen und Hinrichtungen. Menschen verbarrikadierten sich aus Angst vor Gewalt. Die Gesamtzahl der Toten bleibe unklar, sagt Rüdiger Glaser von der Uni Freiburg.

Ein Vergleich lässt Schlimmes erahnen: Im Hitzesommer 2003 starben trotz moderner Zivilisation in Mitteleuropa schätzungsweise 70.000 Menschen aufgrund der Witterung. Die Hitze von 2003 galt bislang als Folge der teils menschengemachten Klimaerwärmung. Doch so einfach ist es wohl nicht: Dass es 1540 ohne den künstlich verstärkten Treibhauseffekt zu einer noch schlimmeren Hitze gekommen sei, relativiere die Beurteilung des menschlichen Einflusses auf das Wetter 2003, sagt Glaser.

Zu Fuss durch den Rhein

Immer verzweifelter suchten die Menschen nach Trinkwasser im Sommer 1540. Selbst anderthalb Meter unter manchem Flussbett in der Schweiz fand sich "kein Tropfen", wie der Chronist Hans Salat notierte. Brunnen und Quellen, die nie zuvor trocken gefallen waren, lagen brach. Die anderen wurden streng bewacht, ausgeschenkt wurde nur beim Glockenschlag. Verunreinigtes Wasser liess Tausende an Ruhr sterben, einer Entzündung des Dickdarms.

Der Pegel des Bodensees sank so weit ab, dass die Insel Lindau im Sommer 1540 mit dem Festland verbunden war, was sonst höchstens mal im Winter geschieht, wenn der Niederschlag in den Bergen als Schnee liegen bleibt und verzögert in den See fliesst. "Der See war so klein", wunderten sich Chronisten.

Bäche trockneten aus, Flüsse wurden immer schmaler. Selbst grosse Ströme wie Elbe, Rhein und Seine "waren

so klein, dass man zu Fuss durchging", notierten Zeitzeugen. Während durch die Elbe im sogenannten Jahrhundertsommer 2003 noch etwa die Hälfte der üblichen Wassermenge geflossen sei, wäre es 1540 noch gerade mal ein Zehntel gewesen. "Ein Rekordereignis", konstatieren die Forscher.

Europa in Rauch verhüllt

Keinen ganzen Tag Regen habe es gegeben zwischen Februar und Ende September, schrieb ein Heinrich Bullinger 1540 in Zürich. In Franken registrierten Landwirte bis August nur an 19 Tagen Regentropfen. Übers ganze Jahr 1540 habe es im mitteleuropäischen Durchschnitt gerade mal ein Drittel so viel Niederschlag gegeben wie üblich, berichtet Christian Pfister von der Universität Bern. "Den ersten längeren Guss gab es erst wieder 1541."

Die Ernte verdorrte. "Preise für Mehl und Brot gingen durch die Decke", schreiben die Wissenschaftler. Bereits Anfang August verloren die Bäume ihre staubtrockenen Blätter, "als ob schon Herbst wäre", protokollierte ein Chronist aus Ulm.

Dann kam das Feuer. Der trockene Boden ent-zündete sich, Wald- und Buschbrände loderten übers Land - und sie krochen in die mit Fachwerk-häuschen eng bebauten Städte. Mehr Gemeinden als je sonst zu Friedenszeiten im vergangenen Jahrtausend wurden von Flammen zerstört, berichtet Pfister. Wochenlang verhüllte grauer Rauch den Kontinent, hinter dem Sonne und Mond als blassrote Schimmer fast verschwanden.

Was passiert, wenn es sich wiederholt?

Was passiert, wenn sich das Wetter von 1540 wiederholt? "Die Folgen wären dramatisch", warnt Pfister. Ein Massensterben von Tieren sei zu erwarten, Kühlwasser für Atomkraftwerke würde knapp, der Warentransport über Flüsse käme grossteils zum Erliegen, und über die Folgen für die menschliche Gesundheit lasse sich nur spekulieren.

"Die Katastrophe von 1540 sollte eine Mahnung sein, was geschehen kann", sagt Pfister. Niemand sei vorbereitet auf solch einen Extremfall. "Ich hoffe, wir müssen so etwas nie erleben." Der menschengemachte Treibhauseffekt erhöhe allerdings die Wahrscheinlichkeit für schlimme Hitzewellen, gibt Glaser zu bedenken.

Ob rechtzeitig gewarnt werden könnte, bleibt fraglich - die Ursachen sind weitgehend unklar: Über die Wetterentwicklung von 1540 lasse sich allenfalls spekulieren, sagt Sonia Seneviratne. Selbst eine frühjährliche Dürre eigne sich nur bedingt als Indikator: 2011 fiel der Frühling in Mitteleuropa ähnlich trocken aus wie 2003, ohne dass sich die Dürre in den Sommer gezogen hätte.

Der Jahrtausendwein

Einen einzigen Trost gab es für die Katastrophe von 1540. Die Hitze schuf einen Jahrtausendwein mit extrem hohem Zuckergehalt - "er sieht im Glas aus wie Gold", schwärmte ein Chronist. Schweden, die 1631 Würzburg besetzten, fahndeten vergeblich nach dem Wein - die Fässer waren vorsorglich eingemauert worden. Noch im 19. Jahrhundert ersteigerte ein englischer Händler einige Fässer.

Letzte Flaschen liegen heute im Weinmuseum in Speyer. In den Sechzigerjahren kosteten Auserwählte das Getränk. Es seien erhabene Momente gewesen, berichtet Rüdiger Glaser: Für einen Augenblick habe der Wein auf den Zungen den "einmaligen Spirit" erahnen lassen. Dann zerfiel er zu Essig.

Elegant wird hier ein geschichtliches Ereignis, welches absolut nichts mit einem anthropogen Klimawandel zu tun hat, für eine Klimaparanoia ausgemalt und an ein Weltuntergangszenario gebastelt. Ganz abgesehen davon, dass die meisten Brände durch Religionsfanatiker gelegt wurden, besitzen wir heute ein gut ausgebautes Wasserversorgungsnetz und entsprechend tiefe Brunnen. Und selbst, wenn das Kühlwasser der Atomreaktoren ausfällt, schalten diese ab und Energie wird aus anderen Regionen/Ländern importiert. Dass in den letzten Jahren anlässlich der Dürren Ernteeinbussen zu verzeichnen waren, liegt grösstenteils an der Bequemlichkeit der Landwirte und an den Kosten für eine intensive Bewässerung. Verdurstet in dem Sinne, dass kein Wasser zur Verfügung stand, ist kein Mensch und kein Vieh.

Spektrum.de schrieb :

Europas vernichtende Jahrtausenddürre

Elf Monate ohne Regen, eine Million Tote - im Jahr 1540 verheerte eine vorher und nachher beispiellose Trockenphase ganz Europa. Kann sie sich wiederholen?

Andreas Frey

Im Frühjahr beschlich Christian Pfister erstmals eine Vorahnung. Gerade war jener April zu Ende gegangen, der sich wie ein Sommermonat anfühlte, einen neuen Temperaturrekord brachte, aber kaum Regen. Wenn er in seinem Haus in Bern aus dem Fenster sah, blickte er auf den durstigen Garten und die ausgetrocknete Krume im Beet. Und wenn er auf die Wetterkarte blickte, wusste er auch warum. Mitten über dem Kontinent hatte sich dieses gigan-tische Hochdruckgebiet breitgemacht, das einfach nicht weichen wollte. Seltsam, dachte sich Pfister. Ein solche Wetterlage hat er schon einmal gesehen. Es erinnerte ihn an etwas, von dem er hoffte, dass es nie wieder passierte.

Drei Monate sind seither vergangen. Wenn der pensionierte Klimaforscher vom Oeschger-Zentrum für Klimaforschung in Bern morgens die Wetterkarten am Computer studiert, ist dieses Hoch immer noch da. Es trägt zwar einen anderen Namen, hat sich leicht verschoben, aber eigentlich ist die Wetterlage immer noch dieselbe wie im Frühjahr. Blockadelage sagen Experten wie er dazu, weil der Einfluss des Atlantiks wegen des mächtigen Hochs blockiert ist. Regenträchtige Tiefdruckgebiete werden dadurch in einer grossen Schleife um den Kontinent geleitet. Die Sonne glüht ungestört, Wasser verdunstet grossflächig. Doch je trockener die Böden werden, desto heisser wird die Luft und desto stabiler die Wetterlage, die Dürre verstärkt sich selbst – eine positive Rückkopplung.

Eines allerdings ist anders als im Frühjahr: Mittlerweile leidet das ganze Land unter Dürre, eine durchgreifende Wetteränderung ist nicht in Sicht, auch wenn es ein paar Grad abgekühlt hat. Und eigentlich hat dieser Sommer, der keinen Regen bringen möchte, bereits im Frühjahr begonnen. Die Folge: Das Land, wie man es kannte, gibt es nicht mehr. Felder sind verdorrt, Flüsse ausgetrocknet, statt saftiger Wiesen begegnet man Landschaften, die nach Süditalien aussehen. Es scheint, als ob die Farbe Grün langsam verschwindet.

»Die Dürre von 1540 überragt alles Bekannte«

Pfisters Vorahnung hat sich jedenfalls bewahrheitet. Der Sommer 2018 entwickelt sich bedrohlich, die Dürre ist jetzt schon schlimmer als vor 15 Jahren, die ganze Natur lechzt nach Wasser. Abends wässert Pfister eine Stunde

seinen Garten und dann noch den des Nachbarn. Zur Abkühlung geht der 73-Jährige in der Aare schwimmen. Er selbst hat eine solche Dürre noch nicht erlebt. Und wenn Christian Pfister über das Wetter spricht, dann will das was heissen. Der 73-Jährige hat mehr als 1000 Jahre Wettergeschichte erforscht, er hat schlimme Dürrejahre gesehen und solche, in denen der Sommer einfach ausfiel. Ein Jahr allerdings beschäftigt ihn bis heute: 1540. Jener Sommer war der extremste des vergangenen Jahrtausends, mit Hitzewellen, die länger und schwerer ausfielen als im Jahr 2003. »Die Dürre von 1540 überragt alles Bekannte«, sagt Pfister.

Genau an jene Megadürre von vor fast 500 Jahren fühlte sich Christian Pfister in diesem Frühjahr erinnert. »Ich bin über das bisherige Jahr sehr erschrocken«, sagt er. Es entwickle sich mehr und mehr zu einem Analogon zu 1540. Zusammen mit Kollegen hat er vor ein paar Jahren diesen legendären Sommer analysiert. Dazu konnte er nicht einfach standardisierte Temperatur- und Regenmessungen analysieren, die gab es damals noch nicht. Die Forscher mussten sich anders behelfen.

Und so werteten sie 312 schriftliche Quellen von Frankreich bis Polen sowie von der Toskana bis Norddeutschland aus; die meisten der Chronisten kamen aus der Nordschweiz, Ostfrankreich und Süddeutschland. Das Wissen stammt von Privatpersonen und Mönchen, die Buch führten über das Wettergeschehen. Sie notierten also Regentage, Extremereignisse und Tage mit Tau, Schnee und Frost. Zudem zeichneten sie die Entwicklung der Vegetation auf und die Ernten im Herbst.

Bäume und Bücher enthüllen die Katastrophe

Und die Autoren stiessen auf einen besonderen Schatz an Daten: ein Wettertagebuch aus Krakau. Es stammt aus der Feder des Theologen und Universitätsrektors Marcin Biem und ist bis heute die einzige bekannte Datenreihe, die verlässliche Daten zu Regen- und Schneefällen bereithält.

Ein weiterer Proxy, wie Klimaforscher solche Archive über die meteorologische Vergangenheit nennen, stammt zudem von Baumringen. Gleich eine ganze Serie von 165 Ringen haben sich die Wissenschaftler für die vergangenen 500 Jahre angeschaut und ausgewertet. Ein halbes Jahrtausend Wettergeschichte konnte

dadurch rekonstruiert werden, das Jahr 1540 sticht aus jener Zeitreihe besonders heraus. Schliesslich haben die Forscher die gesammelten Daten bei Sonia Seneviratne an der ETH Zürich durchrechnen lassen, wo man sich auf derlei Rekonstruktionen spezialisiert hat. Und so hatten sie am Ende ein ziemlich exaktes Bild der Dürre.

Das Ergebnis: Elf Monate fiel damals so gut wie kein Regen, die Temperatur lag fünf bis sieben Grad über den Normalwerten des 20. Jahrhunderts, verbreitet muss die Temperatur im Hochsommer über 40 Grad geklettert sein. Unzählige Waldgebiete in Europa gingen in Flammen auf, beissender Rauch trübte das Sonnenlicht, im ganzen Sommer 1540 wurde kein einziges Gewitter registriert. Schon im Mai wurde das Wasser knapp, Brunnen und Quellen fielen trocken, die Mühlen standen still, die Leute hungerten, das Vieh wurde notgeschlachtet. In Europa starben in jenem Jahr schätzungsweise eine Million Menschen, die meisten an Ruhr.

Alles begann in Norditalien, mit einem Winter, der sich wie ein Juli anfühlte. Kein Tropfen fiel von Oktober 1539 bis Anfang April 1540. Dann griff die Dürre auf den Norden über. Ein Kältehoch brachte hier zu Lande – ähnlich wie in diesem Jahr – einen sonnigen, aber wohl unterkühlten Spätwinter. Eine Quelle berichtet von kalten Winden und Eis am Morgen. Am Tag muss es aber schon sehr warm gewesen sein. Das Frühjahr verlief dann sonnig und komplett trocken, zwischen Februar und dem 29. September habe es keinen Tag oder keine Nacht geregnet, hielt der Züricher Reformator Heinrich Bullinger fest.

Bittgebete gegen die Hitze

Anfang Juni wurde es dann so unerträglich heiss, dass sogar Steinhauer in Besancon frei bekamen. Aber das war erst der Anfang. Der Juli brachte eine solche fürchterliche Gluthitze, dass die Kirchen Bittgebete aussandten, während Rhein, Elbe und Seine trockenen Fusses durchwatet werden konnten. Dort, wo noch Wasser floss, färbte sich die warme Brühe grün, Fische trieben darin kieloben. Der Bodenseepegel sank auf Rekordniveau, Lindau war sogar mit dem Festland verbunden. Bald verdunstete das Oberflächenwasser vollständig, die Böden platzten auf, manche Trockenrisse waren so gross, dass ein Fuss darin Platz fand.

Und auch das Grundwasser sank ab: Im Schweizer Kanton Luzern versuchten verzweifelte Menschen in einem Flussbett nach Wasser zu graben, fanden aber selbst in anderthalb Meter Tiefe keinen einzigen Tropfen. Christian Pfister schätzt daher, dass in jenem Jahr nur ein Viertel bis maximal ein Drittel der üblichen Regenmenge vom Himmel kam. Dazu passt, dass Chronisten aus dem westlichen Russland in jenem Jahr von Sturzfluten, Hochwasser und Kälte berichten. Dort fiel der Sommer einfach aus.

Dafür begann die Weinlese ungewöhnlich früh. Die ersten Trauben waren schon am 12. August reif, im Elsass blühten bald die Obstbäume erneut, in Lindau reichte es sogar für eine zweite Kirschernte. Am Bodensee und in Bayreuth war Wein irgendwann billiger als Wasser, und in Limoges ernteten die Winzer geröstete Trauben, aus denen sie sherryähnlichen Wein gewannen, der sehr schnell betrunken machte. In Würzburg hatten die Winzer einen Einfall: Sie kelterten die halb vertrockneten Trauben und erfanden die Spätlese. Im dortigen Bürgerspital zum Heiligen Geist lagert dieser Jahrtausendwein von 1540 bis heute.

Die nächste Megadürre kommt bestimmt

Im Gegensatz zum Sommer 2003 endete die Dürre allerdings nicht im Herbst, sondern setzte sich bis Jahresende fort. Bis Januar blieb es sonnig und warm wie im April, fast schon legendär sind die Berichte aus Schaffhausen um den Jahreswechsel. Dort schwammen einige durch den Rhein. So etwas war möglich in einem Klima, das der Mensch noch nicht nennenswert beeinflusste.

Wird 2018 das neue 1540? Unwahrscheinlich ist das nicht mehr. Pfister ist sich sicher, dass sich eine solche Megadürre früher oder später wiederholen wird, vor allem in einer insgesamt zunehmend heisseren Welt. »Ich dachte, wir hätten noch Zeit«, sagt er. Seit Jahren versucht der Klimaforscher die Behörden auf die Möglichkeit eines solchen Schreckensszenarios hinzuweisen. Denn die Folgen wären wohl selbst in einem hoch technologisierten Land fatal: Erst würde das Wasser versiegen, dann der Strom ausfallen – allein Frankreich, der grösste Stromexporteur Europas, musste im Hitzejahr 2003 seine Stromausfuhr um die Hälfte drosseln. Auf ein solches Szenario sei niemand vorbereitet, sagt Pfister. Doch die Behörden hätten über

seine Warnung vor einem neuen 1540 nur milde gelächelt.

Alles hängt jetzt an August und September. Bleibt es trocken, wäre ein neuerlicher Jahrtausendsommer keine Übertreibung aufmerksamkeitsheischender Scharlatane mehr, sondern bittere Realität. Eine Umstellung der Wetterlage ist jedenfalls bis ins letzte Augustdrittel nicht in Sicht – auch wenn die Gluthitze zunächst eine Pause einlegt. Vorerst wird das Land weiterhin unter Dürre leiden, Landregen ist ohnehin nicht in Sicht. Ein neuartiges Modell des europäischen Wetterdiensts EZMWF lässt zudem wenig Grund, auf eine grundlegende Wetteränderung zu hoffen. Es sieht bis Mitte September kein Ende der Dürre. Eine solche Langfristprognose ist natürlich nur eine experimentelle Rechnerei, aber das Modell des EZMWF ist derzeit das beste Wettermodell der Welt. Ausserdem würde das Ergebnis zu diesem Jahr passen. Oder mit anderen Worten: Langsam wird es ernst.

Der Redakteur des Spectrum setzte dem des „Spiegels“ noch einen „drauf“. Ja, in der Tat, so eine Dürre könnte in der Tat wiederkommen: aber ohne jegliches Hinzutun des Menschen.

Hinsichtlich der erwähnten Studien von Wetter et al 2014 siehe “link.springer.com/article/10.1007/s10584-015-1423-1” siehe u.a. einen Kommentar von Ulf Büntgen:

Commentary to Wetter et al. (2014): Limited tree-ring evidence for a 1540 European ‘Megadrought’

Authors: Ulf Büntgen,Willy Tegel, Marco Carrer, Paul J. Krusc, Michael Hayes, Jan Esper:

Abstract

Wetter et al. (2014; hereinafter W14) conclude that western Europe experienced significantly higher temperatures in AD 1540 compared to all other years in the instrumental record, including the summer heat waves of 2003 and 2010 (Schär et al. 2004; Barriopedro et al. 2011). Based on 300+ first-hand documentary weather reports, the authors argue that large parts of Europe were hit by an unprecedented, 11-month-long, ‘Megadrought’ in 1540 exceeding all recorded and reconstructed levels, and falling outside the probability range of state-of-the-art palaeoclimate model simulations. Despite compiling, transforming and interpreting an exceptional pool of documentary

evidence, W14 neglected to systematically analyse the existing collection of European tree ring-based climate reconstructions. An independent comparison of their findings from societal entries against natural proxy archives, however, would have been beneficial. For example, Pauling et al. (2006), already identified low precipitation amounts in 1540 derived mainly from tree-ring analyses, a study not cited in W14. In this reply we look into some of the tree-ring data available back to 1540 and before, and demonstrate that W14's conclusion regarding the inability of natural proxy archives to record climate extremes is not defensible.

Büntgen et al 2015 führt aus:

Tree-rings and people – different views on the 1540 Megadrought.

Authors:
Christian Pfister,Oliver Wetter,Rudolf Brázdil,PetrDobrovolný,Rüdiger Glaser,Jürg Luterbacher,Sonia I. Seneviratne,Eduardo Zorita,Maria Joao, Alcoforado
Mariano Barriendos, Ursula Bieber, Karl H. Burmeister, Chantal Camenisch, Antonio Contino,Uwe Grünewald

Büntgen et al. (2015; hereinafter B15) present the result of new research which question the results of Wetter et al. 2014, (hereinafter W14) and Wetter et al. (2013, hereinafter W13) regarding European climate in 1540. B15 conclude from tree-ring evidence that the results based on documentary data of W14 "probably overstated the intensity and duration of the 1540 drought event." W14 termed it "Megadrought" because of its extreme duration and spatial extent compared to other drought events in central Europe, although they note that the term is generally used for decadal rather than for single-year droughts (Seneviratne et al. 2012).

We take the opportunity to recall the following issues. Firstly, when dealing with drought the complexity of this phenomenon should be kept in mind. Meteorological drought defined as a large negative precipitation anomaly during a certain period can trigger agricultural, hydrological, groundwater and socioeconomic droughts. Lloyd-Hughes (2013)

Orth et al 2016:

Did European temperatures in 1540 exceed present-day records?

Rene Orth, Martha M Vogel, Jürg Luterbacher, Christian Pfister and Sonia I Seneviratne

Abstract

There is strong evidence that the year 1540 was exceptionally dry and warm in Central Europe. Here we infer 1540 summer temperatures from the number of dry days (NDDs) in spring (March–May) and summer (June–August) in 1540 derived from historical documentary evidence published elsewhere, and compare our estimates with present-day temperatures. We translate the NDD values into temperature distributions using a linear relationship between modeled temperature and NDD from a 3000 year pre-industrial control simulation with the Community Earth System Model (CESM). Our results showmedium confidence that summer mean temperatures (T JJA) and maximum temperatures (TXx) in Central Europe in 1540 were warmer than the respective present-day mean summer temperatures (assessed between 1966–2015). The model-based reconstruction suggests further that with a probability of 40% –70%, the highest daily temperatures in 1540 were even warmer than in 2003, while there is at most a 20% probability that the 1540 mean summer temperature was warmer than that of 2003 in Central Europe. As with other state-of-the-art analyses, the uncertainty of the reconstructed 1540 summer weather in this study is considerable, for instance as extrapolation is required because 1540-like events are not captured by the employed Earth system model (ESM), and neither by other ESMs. However, in addition to paleoclimatological approaches we introduce here an independent methodology to estimate 1540 temperatures, and contribute consequently to a reduced overall uncertainty in the analysis of this event. The characterization of such events and the related climate system functioning is particularly relevant in the context of global warming and the corresponding increase of extreme heat wave magnitude and occurrence frequency.

1. Introduction

Recent studies using instrumental and proxy climate information indicate that the 2003 European summer was likely the warmest for centuries (Luterbacher et al 2004,

Schär et al 2004, Büntgen et al 2006, Dobrovolný et al 2010, Luterbacher et al 2016). The 2003 heat wave and drought caused severe impacts across various sectors (García-Herrera et al 2010) such as agriculture (Olesen et al 2011), public health (Fouillet et al 2006), or building infrastructure (Corti et al 2009). However, it remains unclear whether summer mean or maximum temperatures measured in 2003 exceeded any other very warm summer (comprising June, July and August, throughout this study) in previous centuries. This is because summer temperature reconstructions using documentary and natural proxy information include uncertainties due to unresolved variance in the statistical calibration period, an inhomogeneous distribution of proxies and a reduced number of climate information further back in time.

A particularly relevant year in this context is 1540 in which large parts of Europe experienced an exceptional multi-month drought and long-lasting warm conditions (Casty et al 2005, Pauling et al 2006, Wetter et al 2014, henceforth referred to as W14). Grape phenological evidence from Switzerland and the Czech Republic suggests that April to July temperatures in 1540 were possibly warmer than those in 2003 (Wetter and Pfister 2013, henceforth referenced to as W13, Mozný et al 2016). For almost the entire year the reported number of days with precipitation duly recorded by concerned chroniclers in Europe was very low. Overall precipitation amounts reconstructed from careful eye witness accounts in Switzerland and Poland were by far the lowest since 1500 (W14). The severity of the event is confirmed by river flow and wild fire records across continental Europe excluding Russia (W14).

The temperature reconstruction by W14 is not in line with statistical summer temperature estimations in eastern France (Chuine et al 2004) based on grape harvest dates. In this latter publication, 1540 summer temperature estimates are not particularly high. This is because at maturity the grapes were almost dried out so that vine-growers postponed the harvest until the next rain spell in late September (W13). According to a very long larch tree-ring series from an inner-alpine valley, the summer 1540 in the Alps was inferred as being even cool (Büntgen et al 2006) which might be attributable to the extreme drought (W13), because low growth normally associated with cold temperatures might have

been induced instead by dry conditions in that year. The drought reconstructions by W14 were questioned by Büntgen et al (2015) who found no evidence of an exceptional drought in tree rings of various species at different locations across Europe. In response Pfister et al (2015) pointed out that tree-ring data may fail to show hot and dry outliers as comparisons during the instrumental period have confirmed. Moreover, the response of trees to extreme conditions is often lagged, which is also documented for 1540 (Büntgen et al 2011).

In this study we re-examine the question whether the 1540 summer was hotter than 2003 and present-day summer mean temperatures using climate model output. We present a novel and interdisciplinary approach which complements previous studies (W13, Pfister et al 2015, Mozný et al 2016) by providing an independent estimate of the (uncertain) 1540 temperatures. Combining paleoclimatology, global climate modeling and statistics, we estimate 1540 temperatures using the number of dry days (NDDs) reported by W14 together with an inferred relationship between NDD and temperatures from a simulation of pre-industrial climate in a state-of-the-art Earth system model (ESM). This analysis is based on the assumption that dry summers tend to be associated with more temperature extremes, as shown in models and observations for several hot summers (Seneviratne et al 2010, Hirschi et al 2011, Mueller and Seneviratne 2012, Whan et al 2015). With this approach we estimate temperature distributions that correspond with the observed 1540 NDD and compare these with present-day temperature means and with 2003 temperatures. This comparison allows us to infer probabilities that 1540 temperatures exceeded present-day mean and extreme values such as the 2003 summer.

2. Data

Addressing the question whether or not the 1540 summer temperatures exceeded that of present-day heat waves we analyze the relationship between NDD and summer temperatures from the simulation of 3000 years of pre-industrial climate of the community Earth system model (CESM, Gent et al 2011) version 1.2.2, which is a state-of-the-art ESM. For the simulations, all modules of the CESM were fully coupled: (i) atmosphere (Community Atmosphere Model version 4, Neale et al 2010), (ii) land (Community Land Model version 4,

Oleson et al 2010), (iii) ocean (Parallel Ocean Program Version2,www.cesm.ucar.edu/models/cesm1.1/pop2/doc /sci/POPRefManual.pdf, and (iv) ice. In the land module also the carbon–nitrogen cycle is simulated, as well as ecosystem dynamics such that the vegetation can respond to environmental change. Note that the land model's dynamic vegetation mode is not activated in our simulations, i.e. plant species can not migrate into new regions or retreat from others. We use a spatial resolution of approximately 2° over land (1.9° × 2.5°) and approximately 1° over the oceans (gx1v6). The relationship between NDD and summer temperatures is based on the simulated land (soil moisture)-atmosphere (temperature) coupling characteristics of CESM. The land–atmosphere coupling in CESM displays a similiar temporal and spatial structure compared with other climate models, even though it is overall slightly weaker (Dirmeyer et al 2013, Seneviratne et al 2013).

From the NDD-temperature relationship we can infer 1540 temperatures using the NDD observed by chroniclers in 1540 across the Swiss Plateau (central northern Switzerland) and in Cracow (southern Poland) from W14. Note that W14 actually reported the number of wet days, whereas we use in this study the counterpart. These estimates are then compared with present-day temperatures from the gridded observation-based E-OBS dataset (Haylock et al 2008) version 12. We use a resolution of this dataset of 0.5° × 0.5° such that particular grid cells cover the Swiss Plateau, and also Cracow including its surroundings. The dataset provides daily mean and maximum temperatures from which we derive summer mean temperatures (TJJA) and the maximum value of daily maximum temperatures (TXx). For comparison with the 1540 NDD records we also use precipitation from the E-OBS dataset to compute present-day NDD estimates. Throughout this study we refer to 1966–2015 as the present-day time period.

Furthermore, we use a 21-member ensemble of transient CESM simulations covering the present-day period, computed in the same setup as described above. These simulations were re-started (branched) from the pre-industrial simulation and start in 1850. The individual ensemble members are re-started at least 20 years apart from one another to ensure different initial conditions and hence different realizations of the climate. In these

simulations historical forcing of greenhouse gases, ozone and aerosols was used until 2005, and data from the RCP8.5 scenario from 2006 to 2015, as this scenario is most consistent with the current human emissions (Fuss et al 2014). Comparing this ensemble with the E-OBS temperatures we can compute the bias of CESM and correct the 1540 estimates accordingly (see section 3.2).

Data from the CESM simulations used in this study have been computed at ETH Zurich and are available upon request from Urs Beyerle (Beyerle, personal communication).

3. Methodology

The following subsections describe our methodology to infer possible 1540 temperature distributions that correspond with the observed NDD. Note that we cannot derive a single temperature value as different temperatures may occur even for similar NDD. The estimation of possible 1540 temperature distributions is done for the Swiss Plateau and Cracow separately using 3000 years of data from the pre-industrial CESM simulations. In addition to these two sites, we consider a Central European domain as there is evidence that the 1540 drought extended over this area (W14). This domain (45–55°N, 5–20°E) is determined from the area with most documentary evidence (figure 1 in W14), and it largely coincides with the Western European cluster in the classification established by Stefanon et al (2012). As there are no records of 1540 NDD from the whole domain we use the mean of the Swiss Plateau and Cracow observations. Even though the 1540 drought lasted from February until December we only consider the NDD from spring and summer (March until August) throughout this study as drought is expected to affect summer temperatures mostly in these seasons (Mueller and Seneviratne 2012, Orth and Seneviratne 2014).

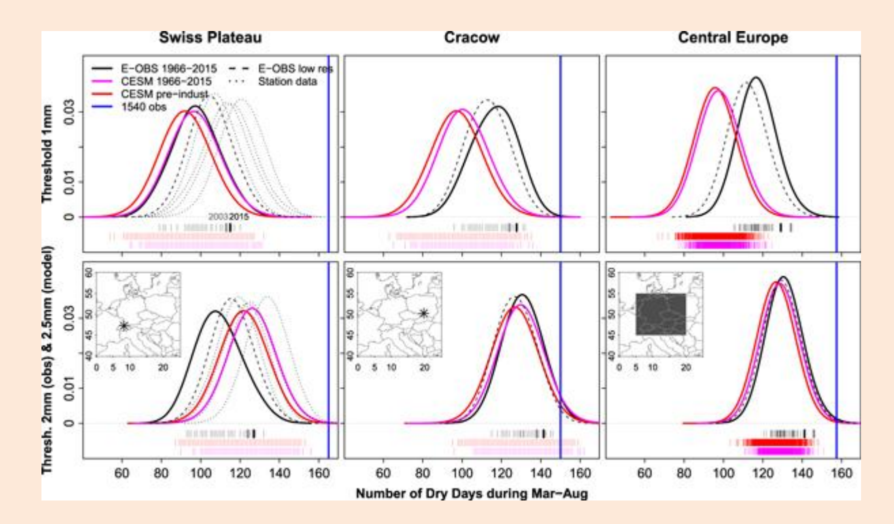


Figure 1. Distributions of NDD in different datasets at Swiss Plateau (left), Cracow (middle), and over the entire Central European domain. Results shown for 1 mm threshold in the top row, and for 2 mm (observations) and 2.5 mm (model) thresholds in the bottom row. Considered datasets include CESM model simulations with of pre-industrial climate (red) and of present-day climate (purple), gridded observations from E-OBS (black) and gauge observations from 4 sites located within the Swiss plateau (dotted black). Dashed black lines refer to E-OBS data aggregated to the same resolution as the CESM simulations. Estimates of 1540 NDD shown in blue.

As we are considering temperatures and NDD during different time periods, the inferred relationship between these variables (described below) includes two physical effects: (i) the large-scale (synoptic) weather situation which causes concomitant dry and warm conditions at the same time (Berg et al 2014), and (ii) soil moisture feedbacks which cause a lagged warming as dry soils can (persistently) limit evapotranspiration which consequently leads to increased sensible heat flux and temperatures. Note that the decreased evapotranspiration might cause secondary effects such as reduced cloud cover and consequently increased surface radiation which could intensify the initial warming induced by the soil moisture feedbacks.

3.1. Relationships of temperature versus NDD

We derive 1540 summer temperature estimates from the observed spring-summer NDD using the relationship between summer temperatures and spring-summer NDD simulated by CESM. In this context we consider TJJA and TXx. These variables—in general and for a given NDD—follow different distributions, such that we use different approaches here to estimate the respective 1540 temperature distributions that correspond with the observed NDD at the different sites.

TJJA follow a Gaussian distribution, hence we use a least-squares linear regression to capture the dependency on NDD as it assumes that the residuals follow a Gaussian distribution. With an ordinary linear regression, only the mean but not the variance of TJJA is dependent on NDD. To address this shortcoming, we calculate the variance of TJJA within 50 different quantile ranges (0%–2%, 2%–4%, ..., 98%–100%) and the corresponding 50 mean NDD estimates. We then perform a linear regression of this variance against the mean NDD. Note that this regression yields similar results when using other (regularly spaced) quantile ranges. With both linear regressions described above we can then use the observed NDD from 1540 to infer the mean and the variance of possible 1540 summer temperatures given the observed drought.

In contrast to TJJA, TXx does not follow a Gaussian distribution. The values represent yearly maxima and can therefore be modeled with a generalized extreme value (GEV) distribution (Coles 2001). This is possible since all yearly values can be considered as independent and identically distributed (i.i.d.). Such a distribution is characterized by the location, scale and shape parameters, where the first two determine the expected value and the spread, respectively. To capture the role of NDD for these two parameters we fit a GEV to the 3000 TXx values from the CESM pre-industrial simulation and employ the 3000 respective NDD values as a covariate for the location and for the scale parameter (for another example employing a covariate in a TXx GEV fit, see Whan et al 2015). We use the likelihood ratio-test to confirm that NDD as a covariate for the two parameters significantly improves the GEV fit compared with corresponding GEV fits with no covariate or with NDD as a covariate in only the location or the scale parameter. Based on the described GEV and the observed 1540 NDD we can then infer location, scale and shape parameters of a possible 1540 TXx distribution. The respective assumed Gaussian and GEV distributions for summer *mean temperatures and TXx, respectively, are confirmed with the Kolmogorov–Smirnov test (p value 0.05). All computations are done with the R statistical computing environment (R Core Team 2014), in particular with the 'extRemes' package (Gilleland and Katz 2011).*

3.1.1. Uncertainty estimation

Uncertainties of the derived 1540 TJJA and TXx distributions are inferred from the uncertainties in the underlying mean/location and variance/scale parameters for the Gaussian/GEV distributions. The uncertainties of these parameters are determined with bootstrapping. This means that from the 3000 simulation years used to infer the NDD-temperature relationship and consequently the parameters of the 1540 temperature distributions we draw random samples with replacement to reach the same sample size of 3000 years. From 300 such random 3000 year samples we compute 300 values for each parameter. From these 300 estimates we compute the 5% and 95% quantiles to yield a confidence range for each parameter. Using the 95% quantile of the mean/location and variance/scale parameters we obtain the hottest plausible 1540 temperature distribution at a particular site, and using the 5% quantiles of these parameters we derive the coldest possible temperature distributions. In the evaluation of the 1540 temperature distributions we focus on their hot tails to infer probabilities of exceeding present-day temperatures. Hence we only combine here low or high values for both parameters instead of using a high value for one parameter and a low value for the other (or vice versa), as this allows us to obtain the coldest or highest, respectively, hot tails in the resulting 1540 temperature distribution.

3.2. Correcting CESM temperature biases

We determine CESM's temperature bias by comparing present-day simulations with corresponding observations. Before assessing the bias we remove a linear trend from the data, because temperatures in the present-day period show clear warming trends, and differences in these trends between model data and observations could induce errors in the bias adjustment (Bellprat et al 2013). As the TJJA and TXx data follow different distributions, we employ different approaches to adjust the respective biases. Biases in TJJA are addressed by adjusting the mean and the variance (standard deviation) of the present-day simulations to the values of the corresponding observations, while biases in TXx are addressed through a quantile mapping procedure (Gudmundsson et al 2012) where the shape of the GEV distribution of the modeled TXx is adjusted to the shape of the GEV distribution of the observations.

Assuming that CESM has identical biases in the pre-industrial and detrended present-day simulations, the same adjustments are applied to correct the biases in the derived 1540 temperature distributions. The bias adjustment is applied separately at all considered sites, and for TJJA and TXx. This means that we directly bias-correct the temperature indices used in this study instead of the underlying daily temperatures. After this bias adjustment, we can unambiguously compare the inferred model-based 1540 temperatures with present-day temperature observations.

Note that as in the CESM temperature estimates, there might also be a bias in the modeled NDD. This will be addressed by applying different precipitation thresholds to distinguish between wet and dry days in section 4.1. Biases in temperature and NDD might be related and should be corrected together in this case. Nevertheless we chose to apply simple, individual bias corrections instead of a more sophisticated procedure. The reason for this is that the temperature biases were found to be constant across summers with different NDD, and similarly the NDD biases were found to be similar in summers with different temperatures, indicating limited interaction between the biases of the two quantities (not shown).

4. Results

4.1. Comparing 1540 NDD with CESM simulations and present-day observations

In a first step we compare the NDD recorded in 1540 with NDD obtained from E-OBS and the CESM simulations in figure 1. As mentioned before we consider the Swiss Plateau and Cracow sites as well as a Central European domain. In the upper row we apply the 1 mm daily precipitation threshold used in W14 to distinguish dry from wet days and find that the recorded 1540 NDD lie far outside the NDD distributions derived from CESM and E-OBS. For comparison we show E-OBS NDD values from the 2003 drought (Schär et al 2004) and the 2015 drought (Orth et al 2016). There is an increase of NDD from pre-industrial to present-day climate in the CESM simulations, however, NDD in the present-day simulation are clearly lower than in E-OBS. This bias can be explained by three different effects. One possible reason is the different spatial resolution of CESM (2°) and E-OBS (0.5°), which likely also contributes to the

temperature bias (see section 3.2). The dotted lines in the Swiss Plateau results represent NDD from station data from the same cities from which the 1540 observation for this area was derived (Basle, Lucerne, Winterthur, Zurich). They underline that the NDD increases at lower spatial scales. Similarly, upscaling the E-OBS data to the CESM spatial resolution (dashed lines) through spatial averaging generally leads to less NDD, except at the Swiss Plateau as the upscaling leads to the inclusion of Alpine areas with high NDD. Hence the spatial scale mismatch may also explain part of the offset between the point-scale 1540 observations and the other data. However, an offset remains even between the NDD of the upscaled E-OBS and of the CESM present-day data. This remaining difference is probably due to the precipitation undercatch in the E-OBS data (Hofstra et al 2009), where the underestimation of actual precipitation leads to higher NDD. Furthermore it could be related to biases in the precipitation simulated by CESM.

In the lower row of figure 1 higher precipitation thresholds are applied to yield NDD distributions closer to the 1540 observations. For the E-OBS data a lower threshold is used than for the CESM data to compensate for the precipitation undercatch, and possible precipitation biases in CESM. This results in good agreement between NDD in the present-day CESM simulations and in E-OBS. Only few differences remain at the Swiss Plateau, possibly due to the mountain influence. Hence, the application of the different thresholds successfully corrects the NDD bias of the CESM model described above. Furthermore, the different spatial scales appear to be less important for the higher thresholds, such that e.g. the original and upscaled E-OBS NDD are more comparable. This effect, and the higher threshold itself which accounts for the undercatch in observed precipitation, move the range of the CESM pre-industrial NDD closer to the 1540 NDD observations, and consequently make the model data and the paleoclimatological reconstruction (more) comparable. The fact that the 1540 NDD observations is close to the maxima of the CESM pre-industrial NDD allows us to jointly analyze these data in order to derive corresponding temperature estimates, consequently the NDD estimates derived with higher threshold(s) will be used in the following analyses. Note, however, for both thresholds the 1540 NDD is slightly outside the range of

the other considered data (except for the higher threshold at Cracow) which underlines the exceptional magnitude of the 1540 drought and suggests that it was worse than any present-day drought in Central Europe. Because of the ongoing global warming it is not clear if also the corresponding temperatures exceeded present-day records. This will be analyzed in the following section.

4.2. Estimation of 1540 temperatures

Figure 2 displays the relationships between temperatures and NDD in the CESM pre-industrial data. All regression slopes are significantly different from zero. The slopes are higher for TXx than for TJJA, i.e. the relationships are stronger. This is in line with earlier results generally reporting larger effects of dry soils on temperature extremes than on mean temperatures (Seneviratne et al 2013, Hauser et al 2016, Orth and Seneviratne 2016). Beside the temperature increase towards a higher NDD, also the temperature variability increases. This is illustrated with quantile regressions in figure 2, and needs to be accounted for in the estimation of the 1540 temperature distributions. Note that they are only used for illustration purposes here and not employed in the estimation of 1540 temperature distributions. As discussed in section 3.1, in the case of TXx the 1540 temperature distributions are estimated by considering NDD as a covariate for the scale parameter when fitting the GEV, and in the case of TJJA this is done by fitting linear dependencies between the temperature variability and NDD.

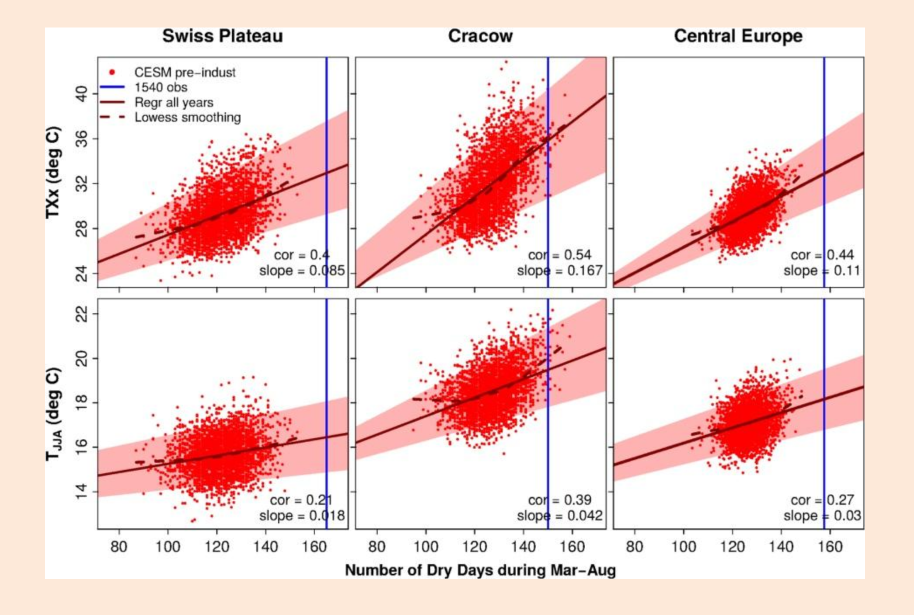


Figure 2. Relationships between summer maximum (top) and mean (bottom) temperatures and NDD in CESM pre-industrial simulations. Dark red lines show least-squares regression fits (solid line) and lowess smoother (dashed line). Shaded area is determined by quantile regressions using the 5% (lower bound) and 95% (upper bound) quantiles. Estimates of NDD in 1540 shown in blue.

The validity of the linearity between temperature and NDD that is assumed here is tested with lowess smoothing (Cleveland 1982) fits which are displayed as dashed lines. This smoothing is based on locally weighted polynomial regression, and we employ a smoothing span of 1/3, i.e. at each value the smooth is influenced by the surrounding 1/3 of all data points. For most of the NDD range the fits correspond well with the linear relationships, confirming the linearity assumption. Weaker relationships are found coherently in wet conditions (smaller slope towards low NDD), while the relationships are generally stronger in dry conditions (increased slope towards high NDD). This suggests a stronger (weaker) impact of NDD on temperatures under dry (wet) conditions. This is likely due to the role of soil moisture feedbacks: Central Europe is usually in a humid regime, where evapotranspiration is energy-limited. However, in dry summers evapotranspiration can become soil moisture-limited instead. In this case evapotranspiration decreases towards higher NDD, and at the same time the sensible heat flux and consequently the surface temperature increases. At even higher NDD evapotranspiration will get close to zero, and as it can not decrease further the temperature increase will slow down. Hence the stronger NDD-temperature relationships we observe in figure 2 are expected to weaken towards even drier conditions (even more NDD) as in the 1540 summer. In other words, while the 1540 temperature distributions we estimate from the regression considering all years tend to be rather conservative estimates, we would overestimate the 1540 temperature distribution when considering only dry years in the regression as the resulting higher slopes are only observed within a limited, so-called transitional soil moisture range.

The modeled NDD-temperature relationships are key to infer the 1540 temperature distributions and hence for the conclusions of this study. We validate them by comparing the slopes across the CESM simulations and E-OBS observations in figure S1. A linear detrending of the present-day data is performed; for the CESM simulations the mean linear trend across all ensemble

member is removed. Different slopes are found before and after detrending the present-day data underlining the role of the temperature and NDD trends, and the importance to detrend the data before comparing them with pre-industrial simulations. Therefore, we focus on the results derived with detrended data here. There are no statistically significant differences between the pre-industrial and present-day slopes in CESM suggesting that climate change did not (yet) effect this relationship. More importantly, the present-day slopes in the CESM data are similar to the slopes computed from observations, there are no statistically significant differences except for TXx at Cracow. The observed slopes overall tend to be slightly larger than the CESM present-day slopes in the case of TJJA, and slightly lower in the case of TXx. Overall these results indicate that CESM successfully captures the temperature-NDD relationship operating in nature such that we can use its pre-industrial simulations to infer 1540 temperatures through this statistical relationship.

Before inferring the 1540 temperatures by applying the statistical methodology described in sections 3.1and 3.2, we test this methodology by estimating present-day temperatures. The resulting reconstruction is compared with observations in figure S2. The validation is deemed successful, because as expected about half of the observed values are within the reconstructed 25–75th percentile range, and the majority of the values are within the reconstructed 5–95th percentile range. Furthermore, for particularly warm summers across the Central European domain such as 2003, 1992 and 1983, the reconstructed temperature distribution is shifted towards warmer conditions. While there is considerable year-to-year variability in the reconstructed temperatures for Central Europe, there is almost none for TXx at Cracow. This is due to the weak and insignificant underlying temperature-NDD relationship shown in figure S1. Note that this problem does not affect the estimation of the 1540 temperatures as the temperature-NDD relationships for the pre-industrial climate are estimated from much larger samples (3000 years instead of 50) such that the estimated relationships are more accurate and significant for all considered regions and temperature metrics. Another interesting feature is the higher year-to-year variability at the upper end of the reconstructed temperature distribution compared with that at the lower end. This is in correspondence with the

observations (strongest outliers are found at hot conditions) and can be explained with the increasing variability of temperature towards drier conditions which is illustrated in figure 2. Overall, these results highlight the applicability of our methodology, in particular for extreme events such as the 1540 summer.

Performing this analysis, we derive the bias-adjusted temperature distributions that correspond to the 1540 NDD observations as shown in figure 3. Not surprisingly they are clearly warmer than the overall bias-adjusted CESM pre-industrial temperatures underlining the role of the high NDD. As main result of this study, we find that the 1540 temperature distributions are also warmer than present-day temperature distributions at all sites and for both TXx and TJJA. Furthermore it can not be excluded that 1540 was hotter than 2003. However, these results of course depend on the threshold employed in the NDD computation. This is investigated further in the next section.

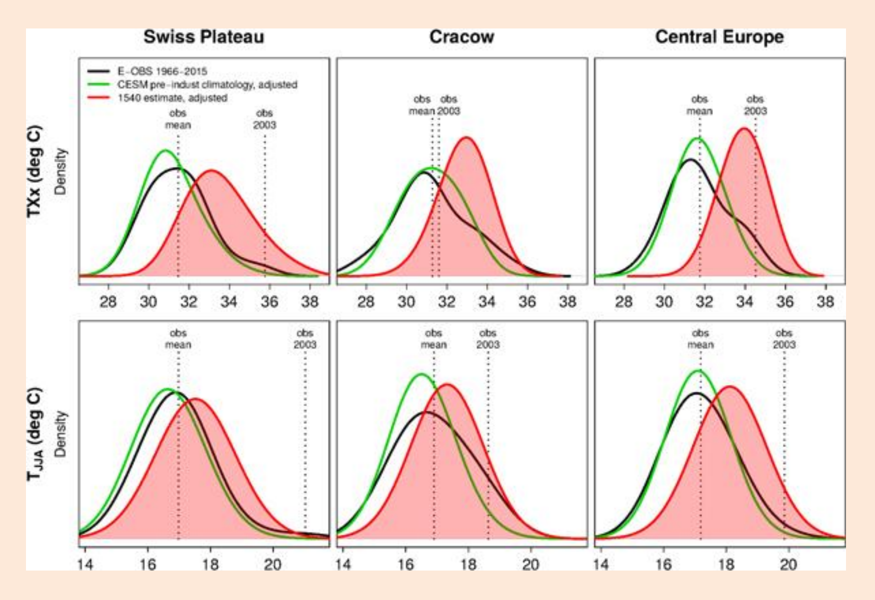


Figure 3. Distributions of summer maximum (top) and mean (bottom) temperatures in observations, bias-corrected pre-industrial CESM simulations and bias-corrected 1540 estimates as inferred from the relationships in figure 2. Dotted lines denote mean observed temperatures, and 2003 temperatures.

4.3. Role of precipitation threshold used in NDD computation

From the results in figure 2 we can infer the likelihood of 1540 temperatures exceeding present-day mean temperatures or 2003 temperatures. These probabilities were computed for different precipitation thresholds used in the NDD

computation between 0.1 and 4 mm. The results are shown in figure 4. They allow us to quantify the main result of this study: we find that overall the probabilities that 1540 temperatures exceeded present-day means of TJJA or TXx in the Swiss Plateau and Cracow are rather high (70%–100% or 80%–100% chance for the thresholds used in this study and in W14, respectively). Focusing on 2003 as a present-day extreme event we find that generally low probabilities that 1540 temperatures were hotter (0%–10% or 0%–30% chance for the threshold used in this study and in W14, respectively), except for TXx at Cracow for which probabilities are high (almost 100% or 80% chance for the threshold used in this study and in W14, respectively, respectively) which is because the 2003 TXx was not exceptional in this location. For the entire Central European region we also find high probabilities that 1540 TJJA and TXx exceeded corresponding present-day mean values, but low probabilities that they exceeded the 2003 values. Our confidence in the Central European results is slightly lower than for the Swiss Plateau and Cracow results because the underlying NDD was estimated from these two point observations.

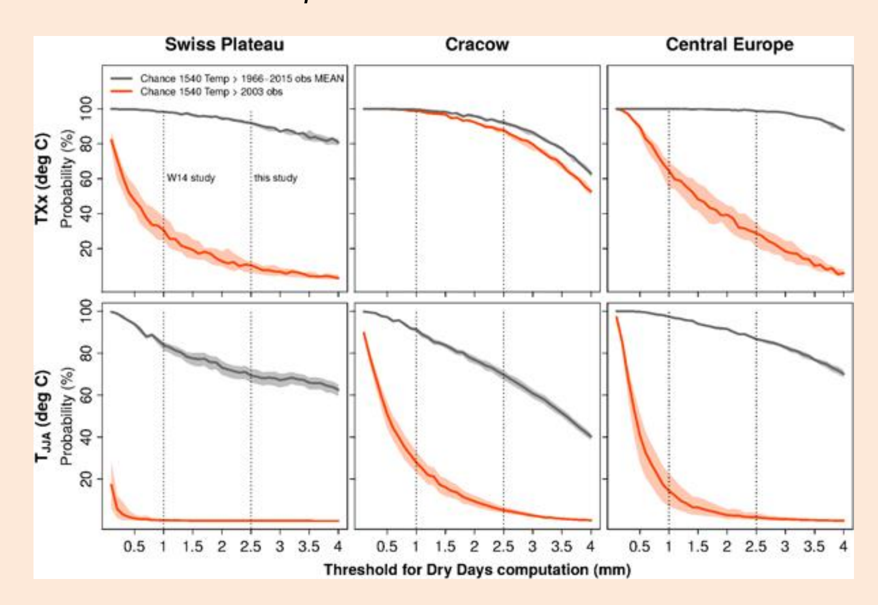


Figure 4. Estimated probabilities of 1540 summer maximum (top) and mean (bottom) temperatures exceeding present-day values for different thresholds used in the NDD computation. Probabilities for exceeding observed mean temperatures are shown in gray, probabilities for exceeding 2003 values are shown in orange.

Note that even though the 2003 summer is widely used as a benchmark for hot extremes, some of the present-day extreme values may have been recorded in summers other than in 2003, dependent on the considered location and temperature metric. Focusing on the location- and metric-dependent present-day extremes instead of the 2003 values, however, we find similar results as shown in figure S3. The results are identical at the Swiss Plateau and in the case of TJJA across Central Europe because the 2003 values are the most extreme throughout the present-day period. In the case of TXx at Cracow we find the largest difference because 2003 TXx were not particularly extreme at this location, as mentioned above.

As the impact of NDD is stronger on extreme temperatures there are generally higher probabilities of exceeding present-day TXx rather than TJJA. All probability curves are decreasing with increasing threshold as the resulting NDD in the CESM pre-industrial simulations increases and hence the 1540 NDD observations are less extreme and so are the inferred corresponding temperature distributions. The shadings in figure 4 represent the 5%–95% uncertainty range (see section 3.1.1). Thanks to the large 3000 year length of the pre-industrial CESM simulation the uncertainties are overall rather small.

5. Conclusions

In this study, we investigate the probability that the 1540 summer was warmer than the extreme 2003 summer, and than average summers in the past 5 decades. For this purpose, we use an approach relating the reported spring-summer NDD to summer temperatures (TJJA) and temperature extremes (TXx) using climate model simulations.

Based on these analyses, we can state that our results confirm that the large drought reported in 1540 also implied above-average summer temperatures in Central Europe that summer, as suggested by W14. This result is relevant for the dendrochronological community, since most tree-ring records do not show outstanding features in that year (Büntgen et al 2015, Pfister et al 2015). It is more difficult to assess if the summer in 1540 was warmer than in 2003, which was the warmest Central European summer in the observational record (Schär et al 2004, Luterbacher et al 2016). Our model results

suggest a rather high probability that this was the case for TXx (~40%–70%), but a lower probability (~5%–10%) for TJJA. However this hypothesis cannot be excluded.

We successfully validated our approach to the extent possible by comparing the NDD-temperature relationships between observations and climate model simulations, and by applying the methodology to estimate present-day temperatures, but some underlying uncertainties in the derivation of the 1540 temperature distributions remain. These include (1) the reliability of the historical (NDD) records and their low geographical coverage, (2) the dependency of the results on simulations with a single climate model, (3) the fact that the historical reported 1540 NDD numbers exceed by far the maximum NDD simulated in the model for the relevant historical time period (as is the case in other climate models, W14). Given these uncertainties, we assess that quantitative results from our study should be considered with medium confidence consistently with IPCC uncertainty language (e.g. Mastrandrea et al 2010, Sene-viratne et al 2012).

These uncertainties, and the similarly large uncertainties in other reconstructions of the 1540 temperatures (W13, Pfister et al 2015), thus highlight the need for more detailed analyses of the exact conditions that prevailed in 1540. This interdisciplinary analysis is a step in this direction. Besides the actual 1540 summer temperature estimates summarized above we present an independent approach to obtain these results by combining paleoclimatological reconstructions with ESM simulations to assess past climate conditions. Together with previous estimates and additional future analyses, this contributes to reduce the overall uncertainty in the description of a possibly benchmark-setting extreme event. The characterization of such a summer, and of the overall climate system functions under these extreme conditions is especially important in the context of global warming whereby the accelerated warming of hot temperatures over land (Seneviratne et al 2016) might lead to a regular recurrence of such extreme events.

Acknowledgments

We thank Nico Kröner and Randal Koster for helpful discussion on the methodology, Jakob Zscheischler for statistical advice, and Urs Beyerle for access to and help with the CESM simulations. We acknowledge the E-OBS

dataset established by the EU-FP6 project ENSEMBLES (http://ensembles-eu.metoffice.com(accessed on 18 March 2016)) and the data providers in the ECA&D project (www.ecad.eu (accessed on 18 March 2016)) for providing precipitation and temperature data. We also acknowledge funding from the European Union's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement no 607085 (EUCLEIA) and the European Research Council (ERC) under grant agreement no 617518 (DROUGHT–HEAT).

References

- *Bellprat O, Kotlarski S, Lüthi D and Schär C 2013 Physical constraints for temperature biases in climate models Geophys. Res. Lett.* ***40*** *1–6*
  CrossrefGoogle Scholar
- *Berg A, Lintner B, Findell K, Malyshev S, Loikith P and Gentine P 2014 Impacts of soil moisture-atmosphere interactions on surface temperature distribution J. Clim.* ***27*** *7976–93*
  CrossrefGoogle Scholar
- *Büntgen U, Brazdil R, Heussner K-U, Hofmann J, Kontic R, Kyncl T, Pfister C, Chroma K and Tegel W 2011 Combined dendro-documentary evidence of central European hydroclimatic springtime extremes over the last millennium Quat. Sci. Rev.* ***30*** *3947–59*
  CrossrefGoogle Scholar
- *Büntgen U, Frank D C, Nievergelt D and Esper J 2006 Summer temperature variations in the European Alps, A.D. 755–2004 J. Clim.* ***19*** *5606–23*
  CrossrefGoogle Scholar
- *Büntgen U, Tegel W, Carrer M, Krusic P J, Hayes M and Esper J 2015 Commentary to Wetter et al (2014): limited tree-ring evidence for a 1540 European Megadrought Clim. Change* ***131*** *183–90*
  CrossrefGoogle Scholar
- *Casty C, Wanner H, Luterbacher J, Esper J and Böhm R 2005 Temperature and precipitation variability in the European Alps since 1500 Int. J. Climatol.* ***25*** *1855–80*
  CrossrefGoogle Scholar
- *Chuine I, Yiou P, Viovy N, Seguin B, Daux V and Ladurie E L R 2004 Historical phenology: grape ripening as a past climate indicator Nature* ***432*** *289–90*
  CrossrefGoogle Scholar
- *Cleveland W S 1982 LOWESS: a program for smoothing scatterplots by robust locally weighted regressionAm. Stat.* ***35*** *54*
  CrossrefGoogle Scholar
- *Coles S 2001 An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values (Berlin: Springer)*
  CrossrefGoogle Scholar
- *Corti T, Muccione V, Köllner-Heck P, Bresch D and Seneviratne S I 2009 Simulating past droughts and associated building damages in france Hydrol. Earth Syst. Sci.* ***13*** *1739–47*
  CrossrefGoogle Scholar
- *Dirmeyer P A, Kumar S, Fennessy M J, Altshuler E L, DelSole T, Guo Z, Cash B A and Straus D 2013 Model estimates of land-driven predictability in a changing climate from CCSM4 J. Clim.* ***26*** *8495–512*
  CrossrefGoogle Scholar
- *Dobrovolný P et al 2010 Monthly, seasonal and annual temperature reconstructions for Central Europe derived from documentary evidence and instrumental records since AD 1500 Clim. Change* ***101*** *61–107*

CrossrefGoogle Scholar

- *Fouillet A, Rey G, Laurent F, Pavillon G, Bellec S, Guihenneuc-Jouyaux C, Clavel J, Jougla E and Hémon D 2006 Excess mortality related to the August 2003 heat wave in france Int. Arch. Occup. Environ. Health **80**16–24*

  CrossrefGoogle Scholar
- *Fuss S et al 2014 Betting on negative emissions Nat. Clim. Change **4** 850–3*

  CrossrefGoogle Scholar
- *García-Herrera R, Díaz J, Trigo R M, Luterbacher J and Fischer E 2010 A review of the European summer heat wave of 2003 Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. **40** 267–306*

  CrossrefGoogle Scholar
- *Gent P R et al 2011 The community climate system model version 4 J. Clim. **24** 4973–91*

  CrossrefGoogle Scholar
- *Gilleland E and Katz R W 2011 New software to analyze how extremes change over time Eos Trans. Am. Geophys. Union **92** 13–4*

  CrossrefGoogle Scholar
- *Gudmundsson L, Bremnes J B, Haugen J E and Engen-Skaugen T 2012 Technical note: downscaling RCM precipitation to the station scale using statistical transformations—a comparison of methods Hydrol. Earth Syst. Sci. **16** 3383–90*

  CrossrefGoogle Scholar
- *Hauser M, Orth R and Seneviratne S I 2016 Role of soil moisture vs. recent climate change for heat waves in western Russia Geophys. Res. Lett. **43** 2819–26*

  CrossrefGoogle Scholar
- *Haylock M R, Hofstra N, Tank A K, Klok E, Jones P and New M 2008 A European daily high-resolution gridded dataset of surface temperature and precipitation J. Geophys. Res. **113** 119*

  Google Scholar
- *Hirschi M, Seneviratne S I, Alexandrov V, Boberg F, Boroneant C, Christensen O B, Formayer H, Orlowsky B and Stepanek P 2011 Observational evidence for soil-moisture impact on hot extremes in southeastern Europe Nat. Geosci. **4** 17–21*

  CrossrefGoogle Scholar
- *Hofstra N, Haylock M, New M and Jones P D 2009 Testing E-OBS European high-resolution gridded data set of daily precipitation and surface temperature J. Geophys. Res. **114** 101*

  CrossrefGoogle Scholar
- *Luterbacher J, Dietrich D, Xoplaki E, Grosjean M and Wanner H 2004 European seasonal and annual temperature variability, trends and extremes since 1500 Science **303** 1499–503*

  CrossrefGoogle Scholar
- *Luterbacher J et al 2016 European summer temperatures since Roman times Env. Res. Lett. **11** 024001*

  IOPscienceGoogle Scholar
- *Mastrandrea M D 2010 Guidance note for lead authors of the IPCC fifth assessment report on consistent treatment of uncertainties Technical Report (www.ipcc.ch/pdf/supporting-material/uncertainty-guidance-note.pdf)*

  Google Scholar
- *Mozný M, Brázdil R, Dobrovolný P and Trnka M 2016 April–August temperatures in the Czech Lands, 1499–2015, reconstructed from grape-harvest dates Clim. Past **12** 1421–34*

  CrossrefGoogle Scholar
- *Mueller B and Seneviratne S I 2012 Hot days induced by precipitation deficits at the global scale Proc. Natl Acad. Sci. **109** 12398–12403*

  CrossrefGoogle Scholar
- *Neale R B, Richter J H, Conley A J, Park S, Lauritzen P H, Gettelman A and Williamson D L 2010 Description of the NCAR community atmosphere model (CAM 4.0) NCAR Technical*

Note NCAR/TN-485+STR (www.ccsm.ucar.edu/models/ccsm4.0/cam/docs/description/cam4_desc.pdf)
Google Scholar

- *Olesen J E, Trnka M, Kersebaum K C, Skjelvågd A O, Seguine B, Peltonen-Sainiof P, Rossig F, Kozyrah J and Micalei F 2011 Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change Eur. J. Agron.* ***34*** *96–112*
CrossrefGoogle Scholar
- *Oleson K W 2010 Technical description of version 4.0 of the community land model (CLM) NCAR Technical Note NCAR/TN-478+STR (www.cesm.ucar.edu/models/cesm1.0/clm/CLM4_Tech_Note.pdf)*
Google Scholar
- *Orth R and Seneviratne S I 2014 Using soil moisture forecasts for sub-seasonal summer temperature predictions in Europe Clim. Dyn.* ***43*** *3403–18*
CrossrefGoogle Scholar
- *Orth R and Seneviratne S I 2016 Variability of soil moisture and sea surface temperatures similarly important for land climate in the warm season in the community Earth system model J. Clim. (in review)*
Google Scholar
- *Orth R, Zscheischler J and Seneviratne S I 2016 Record dry summer in 2015 challenges precipitation projections in Central Europe Sci. Rep.* ***6*** *28334*
CrossrefGoogle Scholar
- *Pauling A, Luterbacher J, Casty C and Wanner H 2006 500 years of gridded high-resolution precipitation reconstructions over Europe and the connection to large-scale circulation Clim. Dyn.* ***26*** *387–405*
CrossrefGoogle Scholar
- *Pfister C et al 2015 Tree-rings and people—different views on the 1540 Megadrought. Reply to Büntgen et al 2015 Clim. Change* ***131*** *191–8*
CrossrefGoogle Scholar
- *R Core Team 2014 R: A language and environment for statistical computing R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (www.R-project.org/)*
Google Scholar
- *Schär C, Vidale P L, Lüthi D, Frei C, Häberli C, Liniger M and Appenzeller C 2004 The role of increasing temperature variability in European summer heat waves Nature* ***427*** *332–6*
CrossrefGoogle Scholar
- *Seneviratne S I, Corti T, Davin E L, Hirschi M, Jaeger E B, Lehner I, Orlowsky B and Teuling A J 2010 Investigating soil moisture–climate interactions in a changing climate: a review Earth-Sci. Rev.* ***99*** *125–61*
CrossrefGoogle Scholar
- *Seneviratne S I, Donat M, Pitman A J, Knutti R and Wilby R L 2016 Allowable CO 2 emissions based on regional and impact-related climate targets Nature* ***529*** *477–83*
CrossrefGoogle Scholar
- *Seneviratne S I 2012 Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment pp 109–230 Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation, A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)(www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX-Chap3_FINAL.pdf)*
Google Scholar
- *Seneviratne S I et al 2013 Impact of soil moisture-climate feedbacks on CMIP5 projections: first results from the GLACE-CMIP5 experiment Geophys. Res. Lett.* ***40*** *5212–7*
CrossrefGoogle Scholar

- *Stefanon M, D'Andrea F and Drobinski P 2012 Heatwave classification over Europe and the mediterranean region Env. Res. Lett.* ***7*** *1–9*
  IOPscienceGoogle Scholar
- *Wetter O and Pfister C 2013 An underestimated record breaking event—why summer 1540 was likely warmer than 2003 Clim. Past* ***9*** *41–56*
  Crossref Google Scholar
- *Wetter O et al 2014 The year-long unprecedented European heat and drought of 1540—a worst case Clim. Change* ***125*** *349–63*
  Crossref Google Scholar
- *Whan K, Zscheischler J, Orth R, Shongwe M, Rahimi M, Asare E and Seneviratne S I 2015 Impact of soil moisture on extreme maximum temperatures in Europe WACE* ***9*** *57–67*
  Crossref Google Scholar

An underestimated record breaking event – why summer 1540 was likely warmer than 2003

O. Wetter and C. Pfister

Abstract.

The heat of summer 2003 in Western and Central Europe was claimed to be unprecedented since the Middle Ages on the basis of grape harvest data (GHD) and late wood maximum density (MXD) data from trees in the Alps. This paper shows that the authors of these studies overlooked the fact that the heat and drought in Switzerland in 1540 likely exceeded the amplitude of the previous hottest summer of 2003, because the persistent temperature and precipitation anomaly in that year, described in an abundant and coherent body of documentary evidence, severely affected the reliability of GHD and tree-rings as proxy-indicators for temperature estimates. Spring–summer (AMJJ) temperature anomalies of 4.7 °C to 6.8 °C being significantly higher than in 2003 were assessed for 1540 from a new long Swiss GHD series (1444 to 2011). During the climax of the heat wave in early August the grapes desiccated on the vine, which caused many vine-growers to interrupt or postpone the harvest despite full grape maturity until after the next spell of rain. Likewise, the leaves of many trees withered and fell to the ground under extreme drought stress as would usually be expected in late autumn. It remains to be determined by further research whether and how far this result obtained from local analyses can be spatially extrapolated. Based on the temperature estimates for Switzerland it is assumed from a great number of coherent qualitative documentary evidence about the outstanding heat drought in 1540 that AMJJ temperatures were likely more extreme in neigh-

> *bouring regions of Western and Central Europe than in 2003. Considering the significance of soil moisture deficits for record breaking heat waves, these results still need to be validated with estimated seasonal precipitation. It is concluded that biological proxy data may not properly reveal record breaking heat and drought events. Such assessments thus need to be complemented with the critical study of contemporary evidence from documentary sources which provide coherent and detailed data about weather extremes and related impacts on human, ecological and social systems.*
>
> *Quelle: Wetter, O. and Pfister, C.: An underestimated record breaking event – why summer 1540 was likely warmer than 2003, Clim. Past, 9, 41-56, https://doi.org/10.5194/cp-9-41-2013, 2013.*

Die Berichterstattung der Medien über das „Klima“ im Jahre 1540 war 2013, 2018 und 2019 äusserst umfassend und auch hier wurde irrtümlicherweise meistens gleich von Klima gesprochen, als lediglich von Wetter, denn diese extreme Anomalie 1540 schien nur während eines Jahres, gfs. des Vorjahres, aufgetreten zu sein.

So wie hier in den Medienberichten und Studien geschildert, gibt es zahlreiche ähnliche Untersuchungen, die allerdings allesamt keine verbindlichen Aussagen über Ursachen geben.

Alle Berichte sind mehr oder weniger Tatsachenberichte aufgrund von damaligen Zeitzeugen und Archiven, sowie Baumringen. Mehr nicht.

In allen Medien wurden die Ursachen für dieses Phänomenen unterdrückt und auch gar nicht hinterfragt.

Die Anzahl der Bevölkerung dürfte zu dem Zeitpunkt im betroffenen Gebiet bei 40 Millionen Menschen (in Deutschland bei 11.7 Millionen) gelegen haben.. I

Industrialisierung gab es noch nicht, also versuchen wir andere mögliche Ursachen für dieses Ereignis zu finden.

Hinterfragen wir hier einmal die möglichen Hintergründe des „1540-Events“

Ursachentheorie 1: Vulkanausbrüche

Gerne beliebt sind bei der Suche nach „Schuldigen“ Vulkane, auch wenn diese genau eine gegenteilige Wirkung auf das Klima haben, nämlich eher für eine Abkühlung der Temperatur sorgen.

In der Zeit um 1540 (1500-1540) hat es keine nennenswerten grösseren Vulkanausbrüche gegeben, die in der Umkehrfolge (Reaktion nach einer drastischen Abkühlung als eines Vulkanausbruches) für einen damaligen Klimawandel – besser Wetteranomalie - verantwortlich gemacht werden könnten.

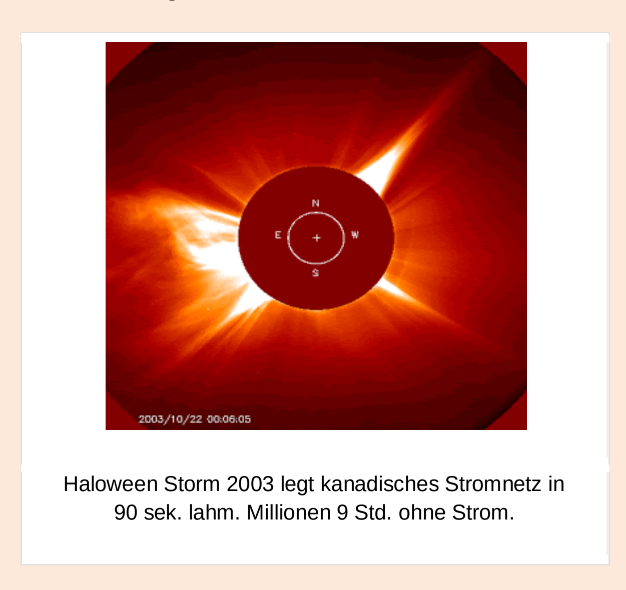
Ursachentheorie 2: Sonnenaktivitäten

Das Jahr 1540 befand sich zu Beginn der Kleinen Eiszeit im Spörer Minimum. Ähnliche – noch weniger Sonnenflecken - hat es im Maunder Minimum vor rund 300 Jahren (eta. 1660-1700) gegeben und zeigt keinerlei signifikanten Anomalien der Zyklen an, so dass ein möglicher Zusammenhang der Hitzewelle mit den Sonnenaktivitäten grundgesetzlich ausgeschlossen werden kann.

Die Betonung liegt allerdings bewusst bei „grundsätzlich“. Ob es zu diesem Zeitpunkt auf der Sonne besondere Ereignisse (z.B. Megraruptionen) gegeben hat, lässt sich nicht mehr rekonstruieren.

2013 war ein ähnliches Hitzejahr wie 1540 und die NASA warnte bereits 2011 vor Sonnenaktivitäten und Magnet-stürmen, die das Klima beeinflussen könnten. – 2018 und 2019 werden gerne populistisch als heisseste Sommer seit „Menschheitsgedenken“ gesehen, wobei man gerne andere Events – vor Erfindung des Thermometers – unterdrückt.

„Die Frage ist nicht ob, sondern wann“, sagte Kathryn Sullivan, Vize-Chefin der US-Agentur für atmosphärische und ozeanische Studien (NOAA) auf eine Frage, wann damals solche Magnetstürme auftreten könnten.

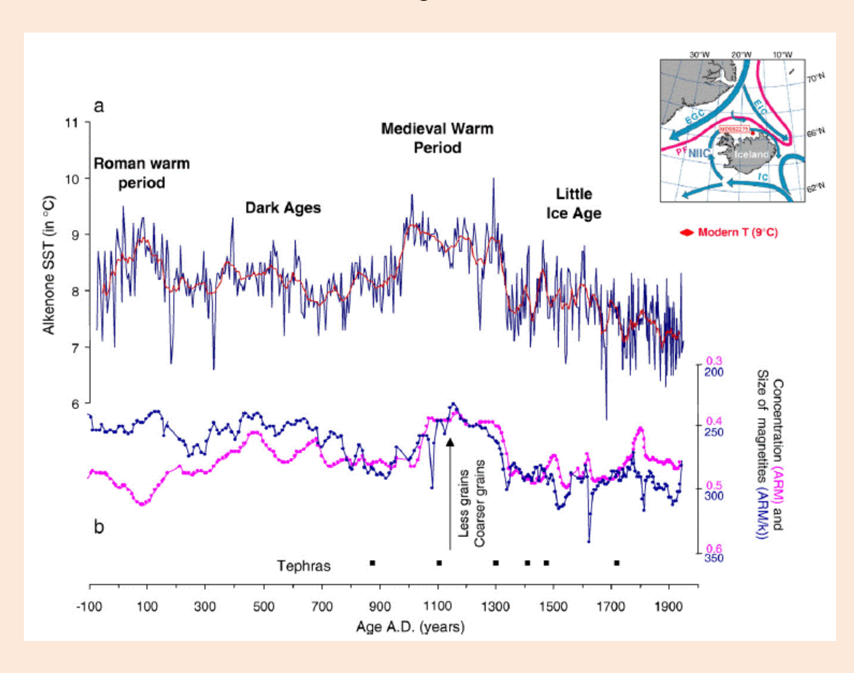


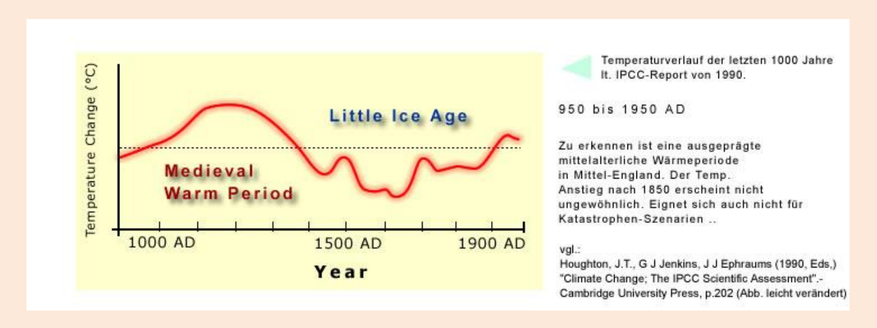
Haloween Storm 2003 legt kanadisches Stromnetz in 90 sek. lahm. Millionen 9 Std. ohne Strom.

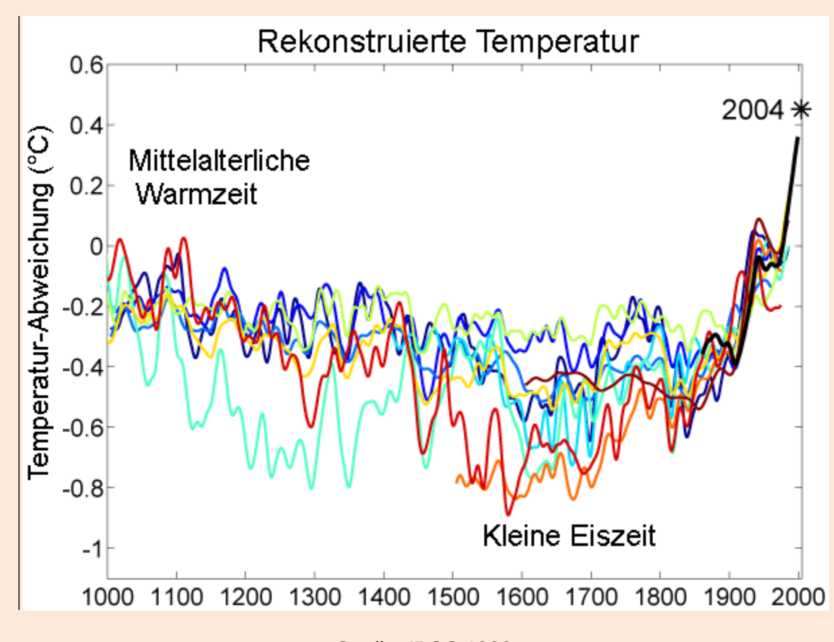
Ursachentheorie 3: Polverschiebung durch Erdbeben

Während des Zeitraumes gab es in Basel (1356) , 1522 In Almeria und 1522 in Täbris (Iran) grössere Erdbeben, die sicherlich die Erdachse um einige Zentimeter verschoben haben dürften, aber garantiert nicht mögliche Verursacher von einer späteren Klimakatastrophe waren.

Auch wurden im fraglichen Zeitraum keinerlei Seebeben festgestellt, so dass ein seismologischer Zusammenhang mit der Hitze des Jahres 1540 ausgeschlossen werden kann.

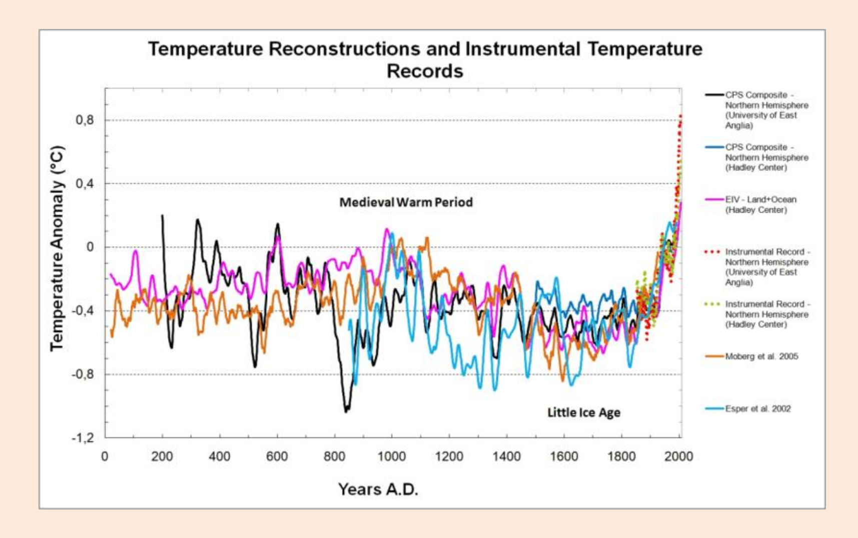




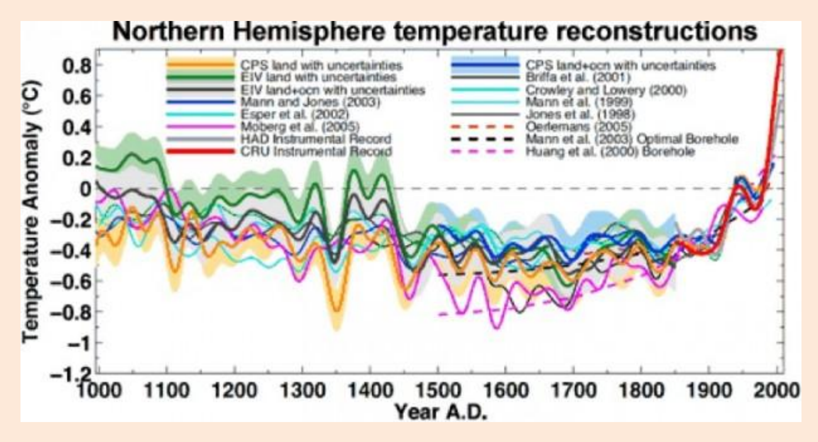


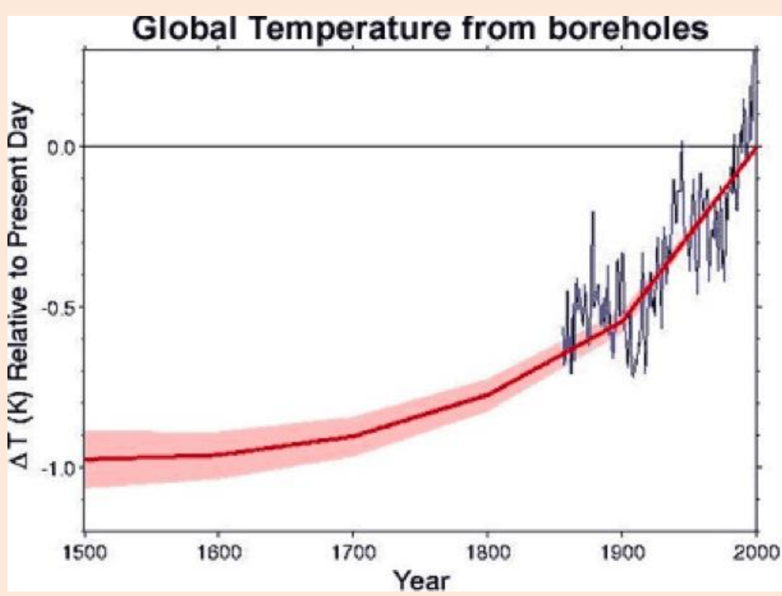
Quelle: IPCC 1990

Immer wieder gerne von Warmisten beliebt ist diese von der IPCC genutzte bunte Grafik, die allerdings um 1540 keine relevanten Anomalien oder Tendenzen in der „kleinen Eiszeit" -Phase erkennen lässt. Die Temperaturen im 15. und 16. Jahrhundert zeigten eine Anomalie von minus 0,4 max. 0,8 Grad Celsius.

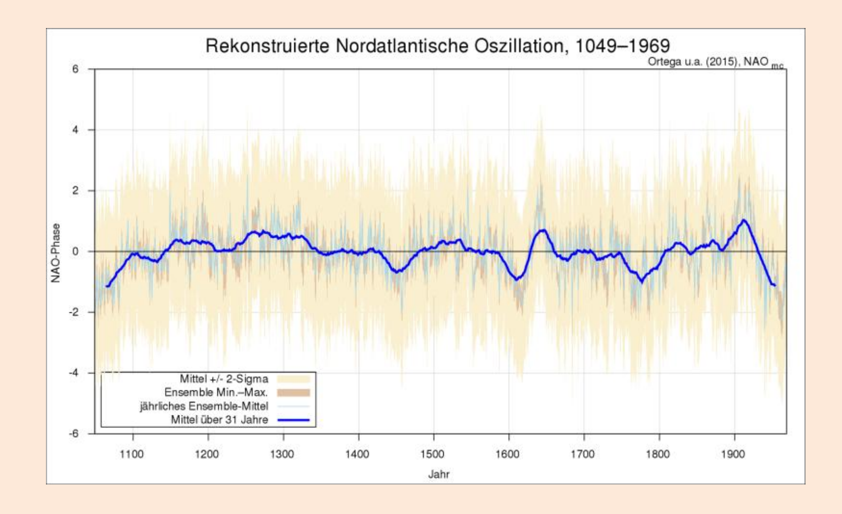


Wer es noch etwas bunter haben möchte, der sehe ich diese Grafik an:





Messungen von Temperaturdaten anhand von Bohrkernen (Quelle: Shaopeng Huang Henry N. PollackPo-Yu Shen) zeigen in der Zeit von 1500-1600 recht konstante Werte von minus 0,98 Grad K (!!!) auf, die allerdings schon um 1750 ansteigen (also vor der „industriellen Revolution“). – Warum hier bewusst und irreführend in Kelvin Daten veröffentlicht werden mag der Phantasie überlassen sein…Celsius oder Fahrenheit – Daten wären wahrscheinlich nicht so spektakulär.

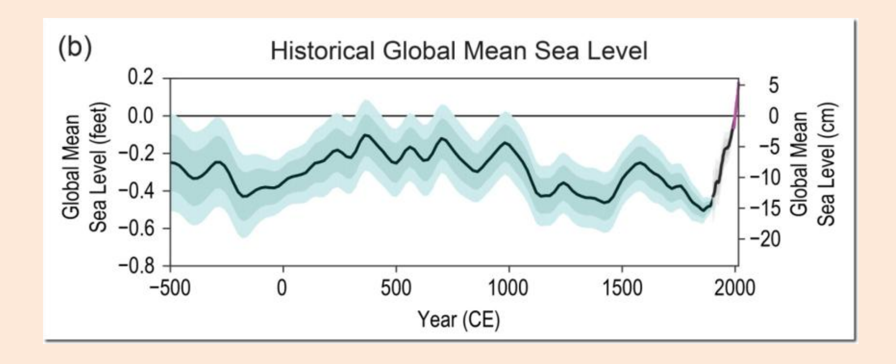


Ursachentheorie 4: Veränderungen des Meeresspiegels

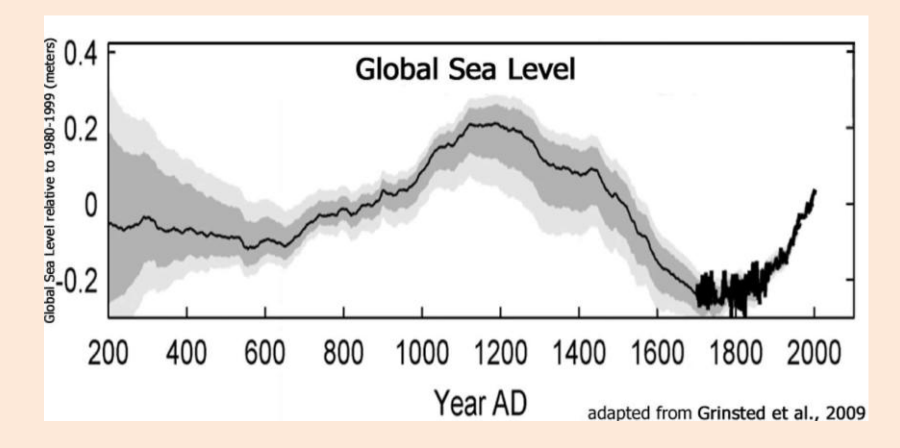
Es gibt bestimmte Vertreter von Ansichten, die meinen, dass das Klima Westeuropas in der arktischen Region gemacht wird. Zu einem ganz geringen Bruchteil mag dieses gar stimmen.

In der Tat war das Klima in der arktischen Region in der Zeit von min. 1520 – 1560 extrem kalt, so dass auch der Nordatlantik überdurchschnittlich kalt war und nur wenig Meerwasser verdunstete und somit kaum zur Wolkenbildung beitrug. Es herrschten Hochdruckgebiete bei wolkenfreiem Himmel, die für Kälte sorgten.

Betrachten wir die Untersuchungen über den Meeresspiegel, so werden wir auch hier keine auffälligen Veränderungen erkennen können, auch wenn im 16. Jahrhundert der globale Meeresspiegel um etwa 5 cm angestiegen sein soll, dieser aber immerhin noch 15 Zentimeter unter dem heutigen Stand wäre.



Grafik: NOAA
www.esrl.noaa.gov/csd/assessments/climate/2017/keyfindings.html



Grafik: Grindsted et al, 2009

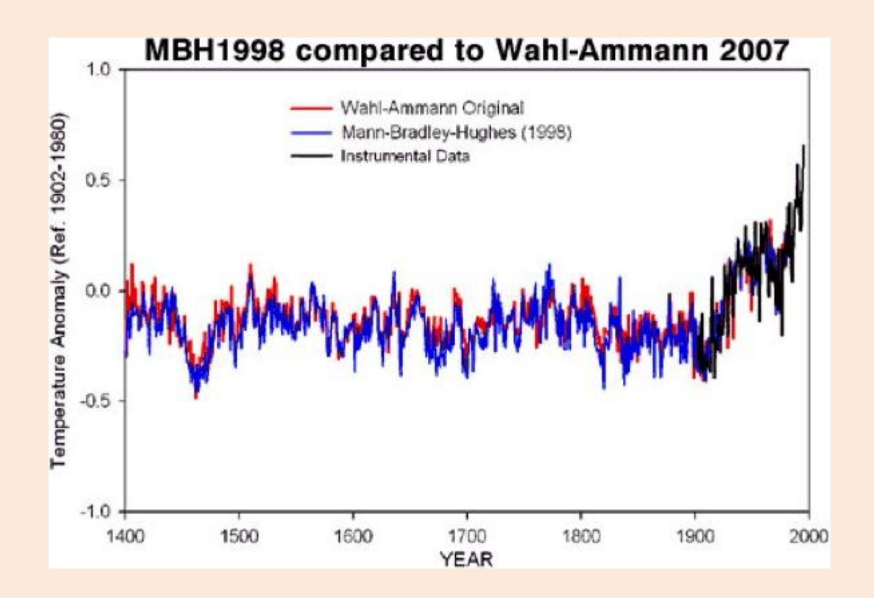
Erstaunlich, dass diese beiden Grafiken – die NOAA-Grafik wurde u.a. anlässlich des IPCC Berichtes 1990 genutzt - jedoch signifikante Unterschiede aufweisen. – Wie sich so eine Diskrepanz ergeben kann, ist unerklärbar. Alleine diese beiden Grafiken zeigen die Fälschungen und Verfälschungen von Wissenschaftlern, die immerhin Gelder aus öffentlichen Quellen beziehen.

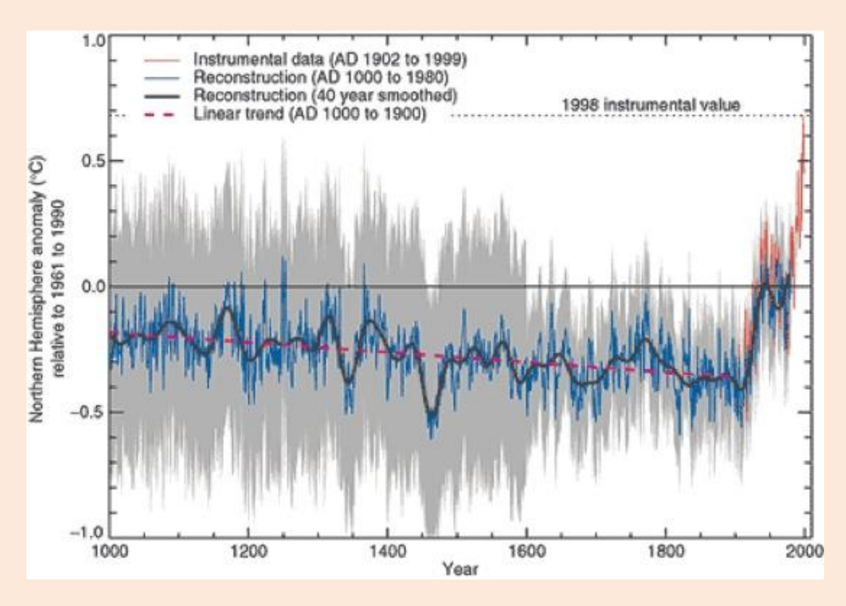
Wenn wir uns Grindsted betrachten, so ist zwar ab etwa 1800 bis 1999 ein stetiges Steigen des Meerespiegels zu vermerken. Das Level liegt jedoch genau wie bei 900 und 1500 und entspricht dem Durchschnitt der Jahre 200 bis 800.

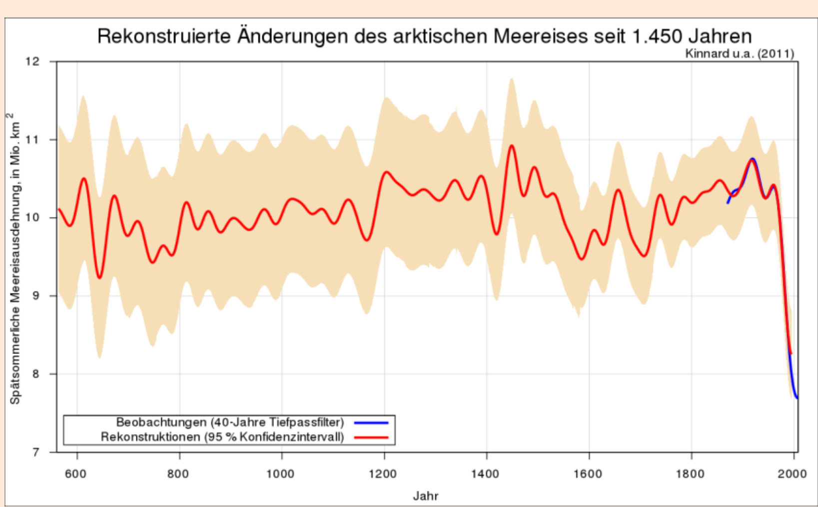
Während der Jahre 1100-1400 (Höhepunkt der Wikingerzeit) war der Wasserpegel etwa 20 cm wie heute. – Ohne jegliche Industrialisierung.

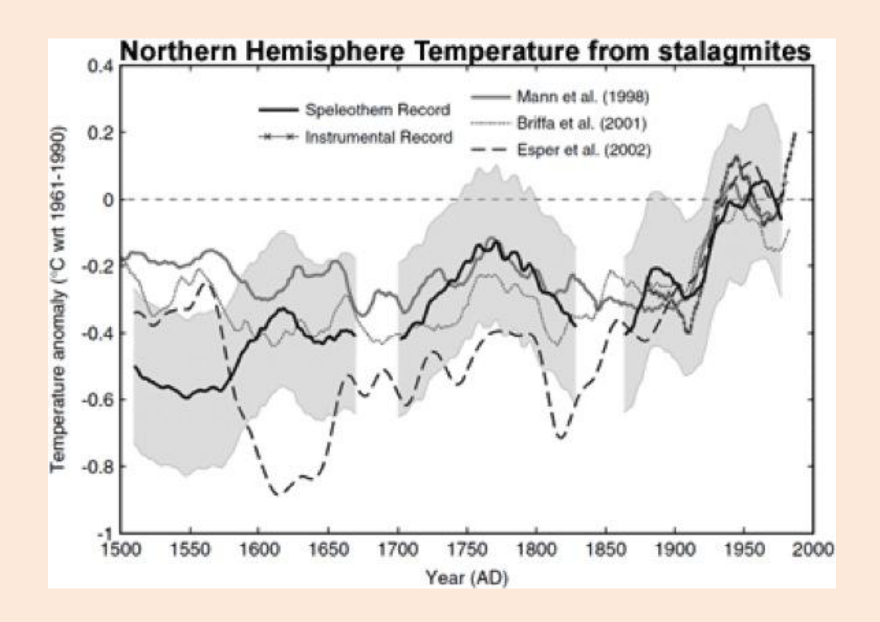
Es wird hier durch derartige Grafiken sehr deutlich wie die Bevölkerung getäuscht werden soll, in dem dann noch zusätzlich 1780-1999 extra fett dargestellt wird, um den Anstieg zu dramatisieren, der relativ gesehen kaum einer ist und eben mit dem Verhalten einer Warmperiode zu erklären ist.

Besonderheiten hinsichtlich „1540“ sind jedenfalls nicht zu erkennen, so dass der absteigende Trend, i.e. das Sinken des Meeresspiegels eta. 1420 – 1780 kontinuierlich zu erkennen ist.


MBH1998 compared to Wahl-Ammann 2007
Wahl-Ammann Original
Mann-Bradley-Hughes (1998)
Instrumental Data
Temperature Anomaly (Ref. 1902-1980)
YEAR


Instrumental data (AD 1902 to 1999)
Reconstruction (AD 1000 to 1980)
Reconstruction (40 year smoothed)
Linear trend (AD 1000 to 1900)
1998 instrumental value
Northern Hemisphere anomaly (°C) relative to 1961 to 1990
Year


Rekonstruierte Änderungen des arktischen Meereises seit 1.450 Jahren
Kinnard u.a. (2011)
Spätsommerliche Meereisausdehnung, in Mio. km²
Beobachtungen (40-Jahre Tiefpassfilter)
Rekonstruktionen (95 % Konfidenzintervall)
Jahr



Folgen wir einmal Wikipedia:

> *„Das Spörerminimum (nach dem deutschen Astronomen Gustav Spörer) ist eine Periode besonders geringer solarer Aktivität im Zeitraum zwischen 1420 und 1570, mit einem Schwerpunkt zwischen 1460 und 1550. Da der Zeitraum vor der Beobachtung von Sonnenflecken liegt, lässt sich das Minimum nur indirekt durch den 14C-Gehalt in Baumringen dieser Periode nachweisen.*
>
> *Das Spörerminimum markiert nach verbreiteter Auffassung den Beginn der sog. Kleinen Eiszeit, einer Periode mit einem kühleren Erdklima, die sich noch über das folgende Maunderminimum (1645–1715) bis zum Daltonminimum (1790–1830) erstreckte. Verringerte solare Intensität resp. starke Schwankungen derselben wird als ein möglicher Faktor für die Abkühlung angesehen.*
>
> *Das Spörerminimum wurde neben Vulkanausbrüchen als Ursache mehrerer kalter Winter vermutet, die Ernteausfälle und eine Hungersnot in den Jahren 1437–1439 auslösten. Die Kälte dauerte ungewöhnlich lang und setzte bereits im Frühherbst wieder ein, so dass sich die Vegetationsperiode erheblich verkürzte.*
>
> *Umfangreiche Ernteausfälle trafen Mitteleuropa, das Ähnliches seit einem Jahrhundert nicht mehr erlebt hatte, unvorbereitet und führten zur schwersten europäischen Hungersnot des 15. Jahrhunderts. Die kurzen Sommer der Jahre waren hingegen ungewöhnlich warm. Dieser Gegensatz zwischen Winter- und Sommertemperaturen*

> *spricht gegen eine geringe Sonnenaktivität als Ursache der Wetteranomalien und deutet eher auf interne Schwankungen des Klimasystems hin."*

Was insbesondere der letzten Satz „*deutet eher auf interne Schwankungen des Klimasystems hin*" betrifft, scheint dieser der Feder eines Grundschülers entnommen zu sein und bedeutet im Klartext: „ich weiss von nichts".

Zahlreiche Wissenschaftler befassten sich grundsätzlich mit dem „Spörer Minimum", einer Phase die eigentlich in der Tat eher eine Kaltphase war und zahlreiche Ernte- und Hungerskatastrophen mit sich brachte:

> *"The 1430s: a cold period of extraordinary internal climate variability during the early Spörer Minimum with social and economic impacts in north-western and central Europe*
>
> *Abstract.*
>
> *Changes in climate affected human societies throughout the last millennium. While European cold periods in the 17th and 18th century have been assessed in detail, earlier cold periods received much less attention due to sparse information available. New evidence from proxy archives, historical documentary sources and climate model simulations permit us to provide an interdisci-plinary, systematic assessment of an exceptionally cold period in the 15th century. Our assessment includes the role of internal, unforced climate variability and external forcing in shaping extreme climatic conditions and the impacts on and responses of the medieval society in north-western and central Europe.*
>
> *Climate reconstructions from a multitude of natural and anthro-pogenic archives indicate that the 1430s were the coldest decade in north-western and central Europe in the 15th century. This decade is characterised by cold winters and average to warm summers resulting in a strong seasonal cycle in temperature. Results from comprehensive climate models indicate consistently that these conditions occurred by chance due to the partly chaotic internal variability within the climate system. External forcing like volcanic eruptions tends to reduce simulated temperature seasonality and cannot explain the reconstructions. The strong seasonal cycle in temperature reduced food production and led to increasing food prices, a subsistence crisis and a famine*

in parts of Europe. Societies were not prepared to cope with failing markets and interrupted trade routes. In response to the crisis, authorities implemented numerous measures of supply policy and adaptation such as the installation of grain storage capacities to be prepared for future food production shortfalls".

Quelle: Camenisch, C., Keller, K. M., Salvisberg, M., Amann, B., Bauch, M., Blumer, S., Brázdil, R., Brönnimann, S., Büntgen, U., Campbell, B. M. S., Fernández-Donado, L., Fleitmann, D., Glaser, R., González-Rouco, F., Grosjean, M., Hoffmann, R. C., Huhtamaa, H., Joos, F., Kiss, A., Kotyza, O., Lehner, F., Luterbacher, J., Maughan, N., Neukom, R., Novy, T., Pribyl, K., Raible, C. C., Riemann, D., Schuh, M., Slavin, P., Werner, J. P., and Wetter, O.: The 1430s: a cold period of extraordinary internal climate variability during the early Spörer Minimum with social and economic impacts in north-western and central Europe, Clim. Past, 12, 2107-2126, https://doi.org/10.5194/cp-12-2107-2016, 2016.

Wenn die Autoren schon vulkanischen Aktivitäten eine (Mit)Schuld an den enormen tiefen Temperaturen des Zeitraumes geben, wäre es auch angebracht die Vulkane explizit zu benennen, die möglicherweise Verursacher gewesen sein könnten. - Einziger Vulkan, der in Frage kommen könnte wäre der italienische Monte Nuovo, der 1538 ausbrach. Er hatte aber lediglich eine Tephra von 0,07.

Bedauerlicherweise nehmen es einige Forscher allzu leicht und hinterfragen nicht andere Schulen, sprich in diesem Falle beipielsweise Vulkanologen.

Die Folgen des Ausbruches des Samalas (1257/1259) und Kuwae (1453) waren zwar weltweit zu vernehmen, dürften jedoch nach spätestens 10 Jahren nach dem Ausbruch von der Atmosphäre neutralisiert worden sein und keinesfalls sich auf das Wetter 1430er Jahre und folgend ausgewirkt haben. –

1540 zusammenhängend mit Vulkanausbrüchen zu sehen widerspricht jeglichen klimawissenschaftlichen Lehren, zumal eine Umkehrreaktion - eben die enorme Hitze - nicht erklärt werden kann.

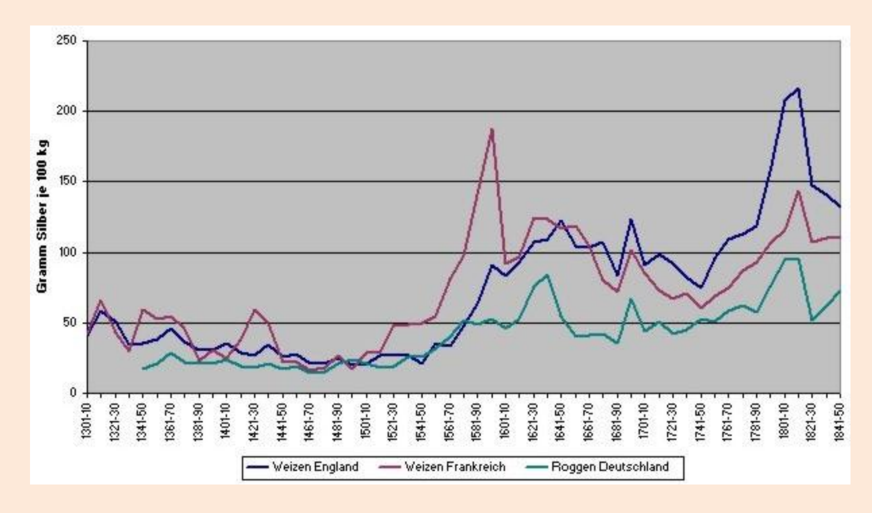
Entgegen den obigen Angaben von Camenisch, C., Keller, K. M., Salvisberg et al sind während der Phase 1300 – 1540 in England und Deutschland die Preise für Roggen auf einem normalen Level geblieben, während in Frankreich Weizen um 1420 anstieg. Erst um 1560 erhöhten sich die Preise drastisch und hatten für französischen Weizen um 1530/31 ihren Höhepunkt von enormen 180/190 Gramm Silber pro 100 Kilogramm. Werte, die erst wieder dann um 1800 erreicht wurden (rund 210 Gramm Silber für 100 Kilogramm).

Das 16. Jahrhundert, insbesondere der 1540-Event, wurde total in Zusammenhang mit dem Spörer Minimum unerwähnt gelassen.

Die Preise für Nahrungsmittel

Skeptikern, die die Hitzewelle des Jahres 1540 als übertrieben ansehen, so auch einige Wissenschaftler, die Baumrinden untersuchten, fühlen sich bestätigt, wenn wir uns die Preise für Nahrungsmittel, hier Getreide, während des Zeitraumes betrachten.

Demnach waren die Preise trotz vermeintlicher Hitze und Dürre absolut moderat. Erst 1555 stiegen die Weizenpreise in Frankreich – aufgrund von Kälte – drastisch.



Quelle: Wilhelm Abel, Agrarkrisen und Agrarkonjunktur. Eine Geschichte der Land- und Ernährungswirtschaft Mitteleuropas seit dem hohen Mittelalter. 3. Aufl. Hamburg 1978, 306 f.

Hydroklimatische Lage 1540 im Vergleich zu anderen Hitzeperioden

Die Hitzeperioden der letzten 20-30 Jahre werden von Warmisten gerne als Bestätigung ihrer Paranoia eines anthropogenen Klimawandels gesehen.

Lange vor der „Industrialisierung“ hat es Hitzeperioden durch hydroklimatische Änderungen gegeben. Wir gehen später auf die NAO und PDO ein.

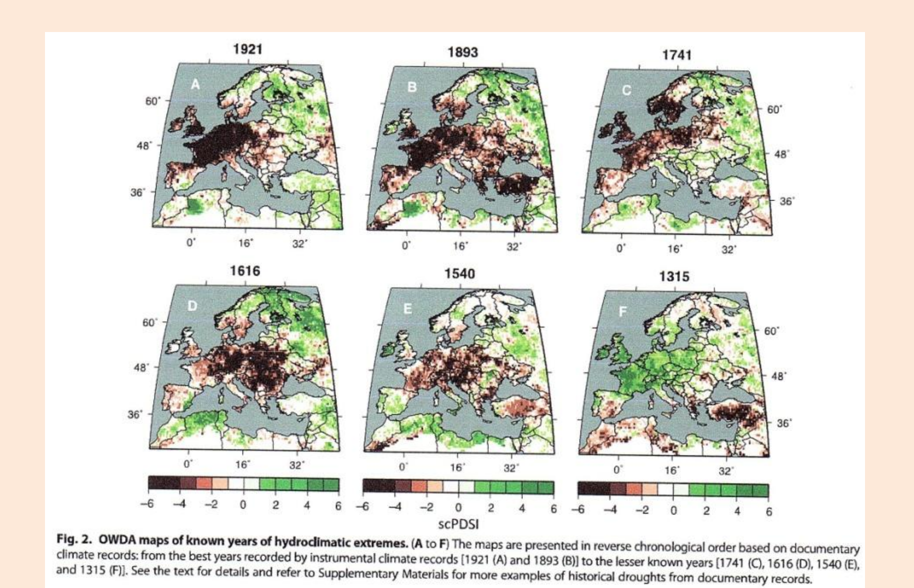


Fig. 2. OWDA maps of known years of hydroclimatic extremes. (**A** to **F**) The maps are presented in reverse chronological order based on documentary climate records: from the best years recorded by instrumental climate records [1921 (A) and 1893 (B)] to the lesser known years [1741 (C), 1616 (D), 1540 (E), and 1315 (F)]. See the text for details and refer to Supplementary Materials for more examples of historical droughts from documentary records.

Hydroklimatische Situtation nach Cook et al. 2005

Die Webseite „Klimaarchiv.info“ informiert recht ausführlich über die Geschehnisse des Jahres 1540:

1) Der Verlauf

Das Jahr 1540 war in jederlei Hinsicht ein Jahrtausendjahr. Mitten in der kleinen Eiszeit erfasste den gesamten europäischen Kontinent eine gigantische Dürre, wie sie weder zuvor, noch jemals danach erfasst bzw. gemessen worden ist!

Eine 30köpfige Forschergruppe veröffentlichte im Jahre 2014 das Untersuchungsergebnis, nachdem mehr als 300 Quellen gesichtet und ausgewertet worden sind! Das Unheil nahm im Februar 1540 seinen Lauf und fand sein Ende im Dezember 1540.

Erstaunlicherweise können die leistungsstarken Rechner der Wetterdienste diese Katastrophe nicht nachvollziehen und scheitern beim Versuch einer Rekonstruktion!

Die Auswertungen über das Katastrophen-Jahr lassen schlimmes befürchten. Man geht davon aus, dass die rekonstruierten Temperaturen des Jahres 1540 u.a. auch den Rekord-Sommer 2003 ziemlich blass aussehen lassen. Alle Indikatoren deuten darauf hin, dass Temperaturen, Hitze, Dürre einmalig sind!

Der Verlauf dieser gigantischen Dürre, welche nicht nur Deutschland, sondern ganz Europa in den Griff hatte, liegt völlig im Dunkeln! In Betracht kommen gigantische zonale Hochdruckbrücken, eine stark ausgeprägte negative atlantische Oszillation (NAO), in denen das

Islandtief und Azorenhoch die Plätze tauschen sowie ein völliger Zusammenbruch des Jetstreams, wonach extrem warme bzw. heisse Luft aus Afrika den Weg nach Europa fanden!

Ein kleiner Überblick über das legendäre Katastrophenjahr

Ein sich selbstverstärkender (Albedo-) Effekt sorgte dafür, dass sich die Temperaturen immer weiter erhöhten und die 40 Grad-Marke wohl bei weitem übertrafen!

Es gab dreimal so viele Hitzetage (30 Grad Celsius und mehr) als zu Beginn des 21. Jahrhunderts!

Erster nennenswerter Niederschlag fiel erst wieder im Dezember! In Brandenburg beispielsweise gab es 26 Wochen keinen Niederschlag! Selbst im Dezember konnte man in den noch warmen Flüssen wie am Rhein baden!

Alle Chroniken berichteten für dieses Jahr den Eintritt einer Sonnenfinsternis sowie eines Kometen!

Südeuropäische Chroniken berichten über Bittprozessionen in den letzten Monaten des Jahres 1539 und beklagten die extreme Dürre & Hitze! In Italien wurden im Winter, Temperaturen wie im Sommer beklagt!

Im gesamten Jahr fiel nur knapp 1/3 der normalen Niederschlagsmenge!

Aufgrund des Hitzestresses kam es in der Phänologie zu dramatischen Ereignissen: Mitten im Sommer warfen Bäume ihre kompletten verdorrten Blätter ab, das Getreide gedieh mit wenigen Ausnahmen nicht! Die Böden waren knochentrocken und man konnte stellenweise den Fuss in die zerborsteten Böden hineinstecken!

Kirschbäume blühten im Herbst ein zweites Mal!

Weintrauben verkamen zu Rosinen und gingen mit dem Tau wieder auf; das Gras hatte die Farbe braun ...!

In fast allen Teilen Europas herrschte deshalb eine extreme Dürre!

Zahlreiche Waldbrände verwüsteten Teile Europas!

Brunnen versiegten!

Flüsse wie der Rhein, Main verkamen zu einem Rinnsal. Die Stadt Lindau am Bodensee konnte zu Fuss durchgegangen werden!

Die Böden sowie die Bäume verdorrten komplett! Die Preise für Getreide, Brot, Milch oder Eier explodierten während dessen die Preise für den Wein im Keller waren! Die Mühlen konnten wegen des Wassermangels nicht mehr betrieben werden!

In Mitleidenschaft gezogen wurden sowohl die Tiere als auch die Landwirtschaft. Nutztiere verdursteten und das Getreide verdorrte auf den Feldern! Es setzte zudem ein Fischsterben ein!

Menschen starben an der Hitze bzw. erlitteten Krankheiten oder starben daran, verunreinigtes Wasser zu trinken!

Die Verfolgungen von Hexen bzw. den weisen Frauen nahmen einen erneuten Anlauf! Den gigantischen Wetterkapriolen waren nach damaligen Verständnis nicht das Klima, sondern Menschen verantwortlich! So kam es erneut zu einer Welle von Verfolgungen von unschuldigen Menschen, namentlich den Hexen bzw. den weisen Frauen!

Ebenfalls in Mitleidenschaft gezogen wurden auch die Rebstöcke, so dass die Trauben bereits zu Rosinen verkamen. Der Tau in den höhergelegenen Anbaugebieten sorgte dafür, dass ein Jahrtausend-Wein mit extrem hohen Zucker- sowie Alkoholgehalt heranwuchs! Ende Juni wurde mit der 1. Weinlese und im Herbst mit der 2. Weinlese begonnen! Der Wein geht auch als "Mordbrenner" in die Geschichte ein!

Noch einige Jahrhunderte später soll der Wein noch geniessbar gewesen sein!

Während des 30jährigen Krieges nahmen schwedische Soldaten 1631 Würzburg ein und fahndeten nach dem Wein. Jedoch wurde dieser vorsorglich eingemauert!

Eigens für diesen Jahrtausendwein wurde im Jahre 1670 das "Schwedenfass" gefertigt, um diesen haltbarer zu machen und als das Gedenken/Mahnmal an die Schrecken des 30jährigen Krieges zu erinnern!

Die letzte Flasche dieses Jahrtausendweins lagert hinter Panzerglas im Bürgerspital Würzburg!

2) Weitere Mega-Dürren der Vergangenheit in Deutschland

993,994,1137,1177,1268,1304,1355,1382,1393,

1430,1448,1471,1504,1534,1536,1545,1567,1590,

1616,1666,1669,1678,1706,1718,1719,1728,1746

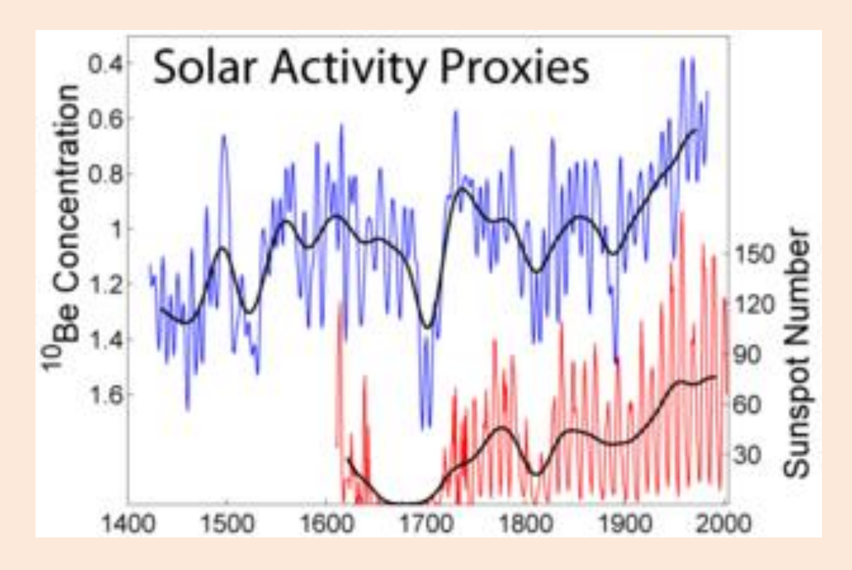
3) Weitere Super-Sommer der Vergangenheit

1022,1030,1033,1039,1083,1127,1130,1157,1198,1211,

1216,1217,1259,1267,1282,1284

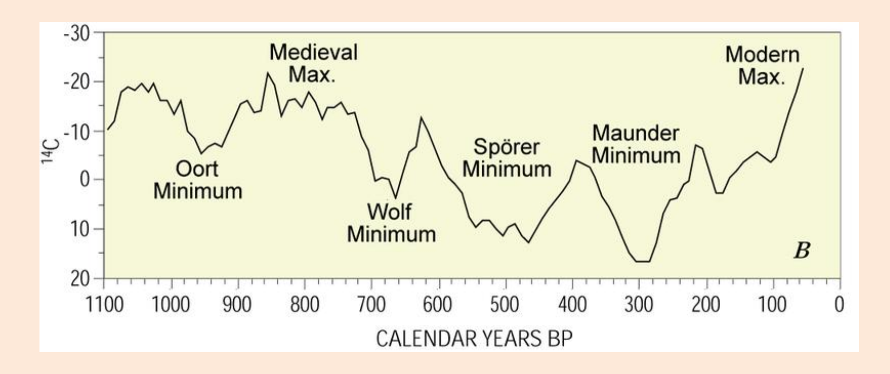
Ursachentheorie 5: Sonnenaktivitäten

Wenngleich die Sonnenaktivitäten erst ab dem 17. Jahrhundert aufgezeichnet wurden, kann sich daraus durchaus ein Trend auch für die Vergangenheit errechnen lassen. Proxy – Daten liefern Details über einen langfristen Zeitraum.



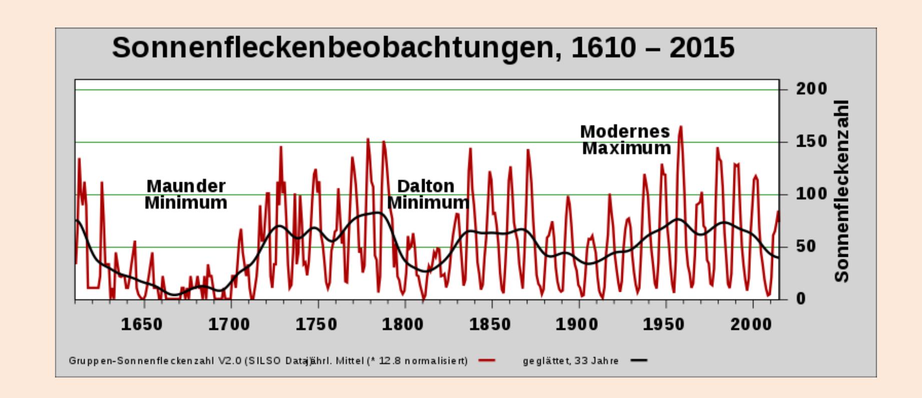
Um 1540 – während des Spörer Minimums - hat es in der Tat eine Phase von extrem wenigen Sunspots gegeben. Die Beryllium-10 (10Be) Werte gingen auf etwa 1.5 zurück und waren die 4. niedrigsten seit 500 Jahren.

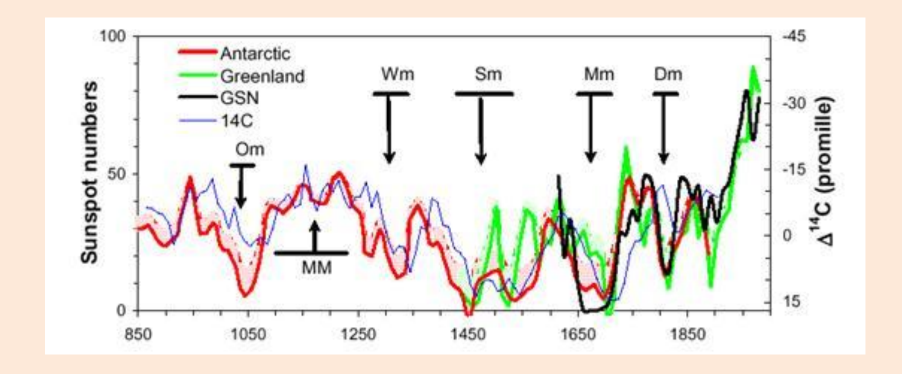
Zumindest aufgrund dieser Grafik könnten wir einen Zusammenhang der Sonnenaktivitäten mit dem Ereignis „1540“ erklären.



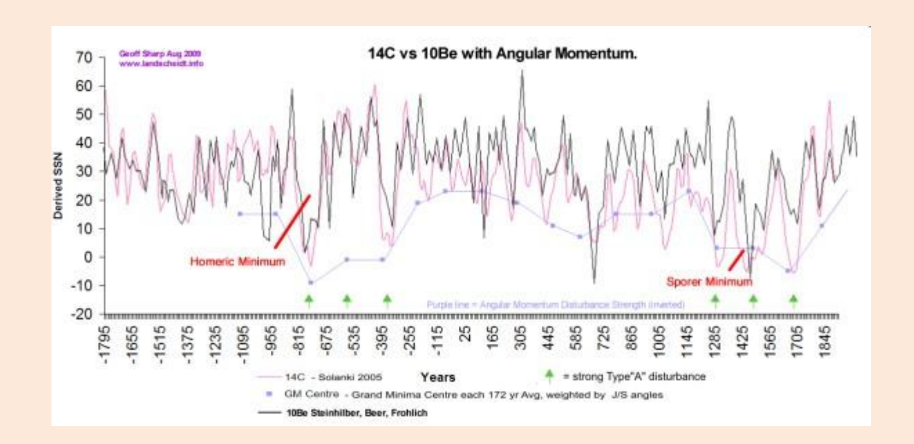
Carbon-14 record for last 1,100 years (inverted scale). Solar activity events labeled.

Changes in carbon-14 concentration in the Earth's atmosphere, which serves as a long term proxy of solar activity. Note the present day is on the right-hand side of this figure. Bild/Quelle: USGS

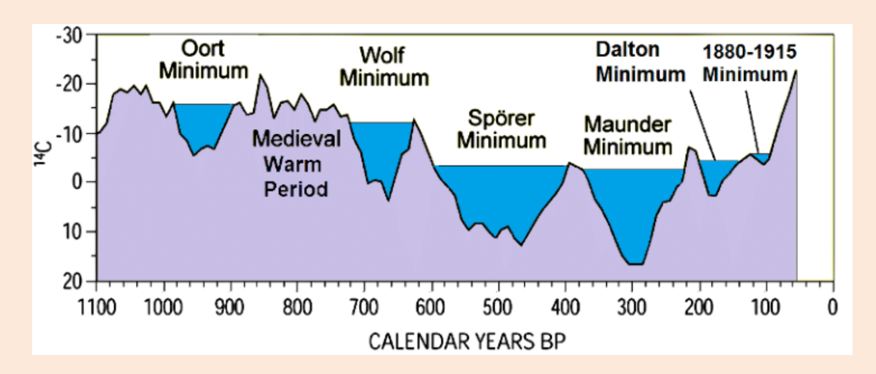




Wenngleich in dieser Grafik überwiegend eine gleiche Tendenz zu erkennen ist, so sind die Daten der Messungen in der Antarktis und Grönland zwischen eta. 1460 – 1580 sehr stark abweichend. – Erstaunlicherweise liegt „unser“ 1540 genau in der Mitte.



Diese Grafik bestätigt andere Daten und zeigt sehr bemerkenswert, dass es im Spörer Minimum zu starken Type „A“ - Störungen führte, eine eben davon im fraglichen Zeitraum.



14C als Indikator der Sonnenaktivität der letzten 1100 Jahre: Nach 20 bis 60 Jahren sind die durch Aktivitätsmaxima hervorgerufenen Minima der 14C-Entstehung mit Hilfe der Radiokohlenstoffmethode nachweisbar.

Die Neue Zürcher Zeitung schrieb unter www.nzz.ch/wissenschaft/totale-sonnenfinsternis-in-den-usa-der-sonnenkranz-im-licht-der-finsternis-ld.1311362 (gekürzte Fassung) ausführlich über die Sonnenfinsternis in Gabun im Jahre 2013.

> *„Bis heute rätseln Forscher, wie sich die Korona derart aufheizen kann, obwohl die darunterliegende Sonnenoberfläche nur 5500 Grad heiss ist. Die Antwort suchen sie in dynamischen Prozessen des solaren Magnetfelds. Veränderungen im Magnetfeld sorgen für die solare Aktivität auf verschiedensten Grössen- und Zeitskalen. Global nimmt die Sonnenaktivität mit einem Zyklus von elf Jahren zu und wieder ab. Im Grossen wie im Kleinen gilt dabei ein ähnliches Prinzip: Treffen etwa gegenläufige Magnetfeldlinien aufeinander, kann das Magnetfeld aufbrechen und dabei enorme Energiemengen an das ionisierte Gas in der Umgebung freisetzen.*

Zur Aufheizung der Sonnenkorona würden hauptsächlich drei verschiedene Prozesse erwogen, die vermutlich alle eine Rolle spielten, sagt Hardi Peter vom Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Göttingen. Diese ergeben sich aus langfristigen Beobachtungen der Korona im extremen UV-Licht und aus numerischen Computermodellen.

Wie diese Mechanismen im Detail funktionieren und in welchen Regionen der Sonne welcher dieser Prozesse dominiert, können die Forscher bis anhin allerdings nur vermuten. Denn alle diese Vorgänge haben ihren Ursprung in der Übergangsregion von der Sonnenoberfläche zur inneren Korona. Letztere aber ist nur schwer zu beobachten.



Bei einer totalen Sonnenfinsternis, wie sie sich am 21. August 2017 über dem nordamerikanischen Kontinent ereignen wird, ist aber genau jene innere Region der Korona zu sehen. Ein Nachteil: Das Ereignis dauert nur wenige Minuten, viele dynamische Prozesse in der Korona laufen aber auf längeren Zeitskalen ab. Dennoch wollen die Forscher die Gelegenheit nutzen.

Jay Pasachoff vom Williams College in Massachusetts reist seit Jahrzehnten Sonnenfinsternissen auf der ganzen Welt hinterher. 33 totale Finsternisse hat er bereits beobachtet, 65 insgesamt. Über die Jahre hinweg lässt sich so die Veränderung der Korona während des solaren Aktivitätszyklus verfolgen. Um ein möglichst vollständiges Bild zu erhalten, kombinieren er und seine Kollegen die Aufnahmen ausserdem mit Satellitenbeobachtungen in anderen Wellenlängenbereichen. Bei der bevorstehenden Sonnenfinsternis wollen Pasachoff und sein Team die Korona in zeitlich noch höherer Auflösung abbilden als bisher und

hoffen, damit zum Verständnis der dynamischen Prozesse in der inneren Korona beitragen zu können.

Ein anderes Team vom Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics und vom High Altitude Observatory in Boulder, Colorado, plant, die innere Korona erstmals im infraroten Wellenlängenbereich mit einem Spektrografen von einem Flugzeug aus zu beobachten. Die Forscher wollen spezielle Spektrallinien untersuchen, die erst durch Magnetfelder hervorgerufen werden und ihren Abstand zueinander je nach Stärke des Magnetfelds ändern.

Bei einer Flughöhe von 15 Kilometern lässt sich der Einfluss des sonst störenden Wasserdampfs in der Atmosphäre vermeiden und ausserdem die Beobachtungszeit ein wenig durch den Flug verlängern. Mit ihrem Projekt wollen die Wissenschafter eine Methode testen, die einmal bei einem künftigen Sonnenobservatorium Anwendung finden soll. Auch die Nasa will die Korona vom Flugzeug aus filmen.

Bei einer weitaus grösser angelegten Kampagne zählen die Forscher zunächst vor allem auf Studenten und freiwillige «citizen scientists». Für das Eclipse Megamovie Project sollen sie von verschiedenen Standorten entlang des Verlaufs der totalen Sonnenfinsternis aus Fotos von der Korona aufnehmen, die dann zu einem eineinhalbstündigen Film der Korona zusammengeschnitten und wissenschaftlich ausgewertet werden.

Dauerhafte Verdunkelung

Hinsichtlich der wissenschaftlichen Ausbeute dieses Projekts äussert sich zumindest der Göttinger Sonnenforscher Peter eher verhalten: Der Erkenntnisgewinn bei solchen Finsternissen sei in den letzten fünfzig Jahren eher gering ausgefallen. Er setzt seine Hoffnungen vielmehr auf eine neue Generation von Sonnenkoronografen im All. Im Jahr 2020 soll dazu eine Testmission der ESA starten, an der er mit seinem Team beteiligt ist. Proba-3 wird aus zwei Satelliten bestehen, dem eigentlichen Teleskop und dem Koronografen in etwa 200 Metern Entfernung, der die Sonne mit einer 1,5 Meter grossen Scheibe abdecken soll. Mit einer solchen Konstruktion erwarten die Forscher eine Bildqualität, die an jene einer echten Finsternis heranreicht, und das bei weitgehend frei wählbarem Beobachtungszeitraum.

Unabhängig davon, wie viel wissenschaftliche Erkenntnis die Forscher aus dieser Sonnenfinsternis ziehen werden, dürfte das Himmelsereignis diesmal besonders viele Menschen in seinen Bann ziehen. Gutes Wetter vorausgesetzt, wird die totale Sonnenfinsternis von der West- bis zur Ostküste Nordamerikas zu sehen sein. Und selbst in Westeuropa hinterlässt sie ihre Spuren. Kurz vor Sonnenuntergang ist dort eine partielle Finsternis zu sehen.

Mögliche Mechanismen der Korona-Heizung

In der Vergangenheit hat es verschiedene Versuche gegeben, die ungemein hohe Temperatur der Sonnenkorona von mehr als einer Million Grad zu erklären. So könnten etwa Wechselströme Wellen im Magnetfeld auslösen, die sich im Plasma ausbreiten und ähnlich wie bei einer Stosswelle Energie in die obere Atmosphäre transportieren. Zusätzlich kann sich die Korona direkt durch Ströme aufheizen, die im Plasma entstehen, wenn sich die Fusspunkte der Magnetfeldlinien, die in die Korona hineinreichen, gegeneinander verschieben. Ein weiteres Modell geht von so genannten Nanoflares aus, kleinere Plasmaausbrüche, die entstehen, wenn das Magnetfeld auf kleinen Skalen aufbricht und dabei Energie freisetzt.“

Die Sonnenfinsternis des Jahres 1540 fand am 7.4.1540 statt.

Wochentag: Sonntag

Maximale Dauer der Verfinsterung: 00m42s

Maximale Breite des Finsternispfades: 123 km

Saroszyklus: 131

Bedeckungsgrad: 100%

Magnitude: 1.0115

Gamma: 0.9462

Erstaunlich ist, dass alle klimatischen Katastrophen in Jahren von Sonnenfinsternissen stattfanden. Lässt sich hieraus eine Schlussfolgerung treffen oder nur ein Zufall?

Ursachentheorie 6: Nanoflares und Magnetfeldlinien

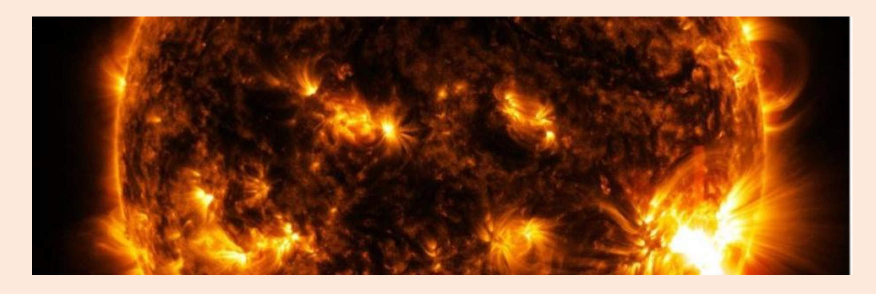
Nicht nur die NZZ, sondern auch viele Wissenschaftler sehen in den Nanoflares und Magnetfeldern einen Zusammenhang mit dem Klima, insbesondere mit Klimaeskarpaden.

Spektrum erklärt die Nanoflakes (www.spektrum.de/news/nanoflares-machen-ultraheiss/1509341 (9.10.2017)) und entblössen die höchstwahrscheinliche Ursache dieser Wetterphänomene…

Nanoflares machen ultraheiss

Warum ist die Umgebung der Sonne so extrem viel heisser als die Oberfläche selbst? Nun haben Forscher Verdächtige in flagranti ertappt: zehn Millionen Grad heisse Nanoflares.

von Jan Dönges



© NASA/SDO (AUSSCHNITT)

Warum ist die Korona unserer Sonne mehr als 1000-mal so heiss wie ihre Oberfläche? Letztere ist nur rund 5600 Grad Celsius heiss, die Korona, das direkte Umfeld der Sonne, hingegen mehrere Millionen Grad. Seit Langem haben Forscher so genannte Nanoflares in Verdacht: ständige winzige Sonneneruptionen, die sehr viel Energie in die Korona transportieren, mit üblichen Messinstrumenten jedoch nicht aufgelöst werden können. Nun haben Wissenschaftler einen Röntgen-sensor an Bord einer Höhenforschungsrakete genutzt, um die Spuren von Nanoflares aufzufangen.

Das Team um Shin-nosuke Ishikawa von der japanischen Raumfahrtbehörde JAXA registrierte bei einem Flug im Jahr 2014 harte Röntgenstrahlung in einem Bereich der Sonnenoberfläche, der zwar aktiv, aber nicht Schauplatz einer gewöhnlichen Sonneneruption war. Den Forschern zufolge geht die Strahlung auf Plasma mit Temperaturen von zehn Millionen Grad Celsius zurück – das bedeutet, das ionisierte Gas in dieser Region war noch einmal heisser, als es die Sonnenkorona im Durchschnitt ist. Solche Messwerte würden sich ihren Modellrechnungen zufolge

> *am ehesten mit dem Vorhandensein von Nanoflares erklären lassen, so die Forscher im Journal"Nature Astronomy".*
>
> *Nanoflares entstehen wie alle Sonneneruptionen durch eine lokale Reorganisation der Magnetfeldlinien, wobei Plasma bogenförmig in die Sonnenumgebung geschleudert wird. Während grosse Sonneneruptionen ein eindrucksvolles Schauspiel abgeben, sind die Nano- und Mikroflares zu klein, um derart sichtbar zu werden. Für die hohe Temperatur der Sonnenkorona machen manche Forscher allerdings auch andere Prozesse verantwortlich, so zum Beispiel Stosswellen oder Plasmajets."*

Gerade eben diese enorme Hitze der Nanoflares reflektiert ins All und gelangt in unsere Atmosphäre und scheint Verursacher von abrupten Hitzewellen zu sein.

Diese Nanoflares sind auch Erklärung, weshalb die Sonne ausserhalb ihrer „normalen" Zyklen überproportional aktiv ist.

Ursachentheorie 7: Kometentheorie

Fast „Last not least" müssen wir uns mit einer weiteren Thematik befassen, die insbesondere im Mittelalter als Erklärung für alle Phänomenen – auch Klimaeskarpaden hingestellt wurde.

Ohne in die Verschwörungsszene abzudriften seien trotzdem an dieser Stelle Kometen und ihre vermeintliche Rolle erwähnenswert, denn bemerkenswert ist, dass gerade das Jahr 1540 in der Astronomie eine grosse Rolle spielt. Einige Kometen über dem Himmel Mitteleuropas versetzten die – ohnehin sehr abergläubigen - Menschen in Angst und Schrecken. 1531 war der Komet Halley sichtbar und sorgte für kaum vorher dokumentierte Katastrophen.

Die Schreckensvisionen von 1540 sind u.a. dokumentiert in

-Weltuntergangsprophezeiungen und der Halleysche Komet. Archenhold, [Friedrich Simon];Verlag: Berlin-Treptow, 1910

-Astronomische Beobachtungen auf der Königlichen Universitäts-Sternwarte zu Königsberg ...: Bände 16-18

Der Komet von 1539/40 inspirierte gar eine Schweizer Dachziegelei ihre Ziegel mit dem Kometen zu versehen.

(http://www.ziegelei-museum.ch/uploads/pdf/Der-Komet-auf-dem-Dachziegel.pdf)

Bemerkenswert ist, dass Kometen zur damaligen Zeit stets Vorboten von Pest, Dürren, Hungersnot,Tot und anderem Unheil waren. Der Kometenschweif wurde auch als „Hexenbesen“ bezeichnet. Inwieweit Kometen und Sternschnuppen (Meteoriten) von damaligen „Experten“ falsch interpretiert wurden, mögen Astronomen an anderer Stelle beurteilen.

Erstaunlich ist, dass nahezu alle grösseren Kometen-sichtungen (so auch in unserer Zeit tatsächlich Unheil brachten – so 1913/1914, Delavan Komet, 22P Kopff-Komet), aber zugleich auch äusserst gute Weinjahre waren…

Definitiv ist jedoch erwiesen, dass zumindest der Halleysche Komet absolut *nicht* mit den obigen erwähnten Dürre – und Hitzeperioden in Zusammenhang steht.

Periheldurchgänge des Kometen Halley:

21. März 1066
19. April 1145
29. September 1222
26. Oktober 1301
11. November 1378
10. Juni 1456
26. August 1531
27. Oktober 1607
15. September 1682
13. März 1758
16. November 1835
20. April 1910
9. Februar 1986

Die „Kometentheorie“ ist somit, da Halley der grösste regelmässig wiederkehrende Komet ist, als Ursache für eine irreguläre Hitzeperiode abzulehnen. Hitzeperioden lassen sich nicht mit Durchläufen von Halley gleichsetzen.

Ursachentheorie 8: allgemeine Wetterlage

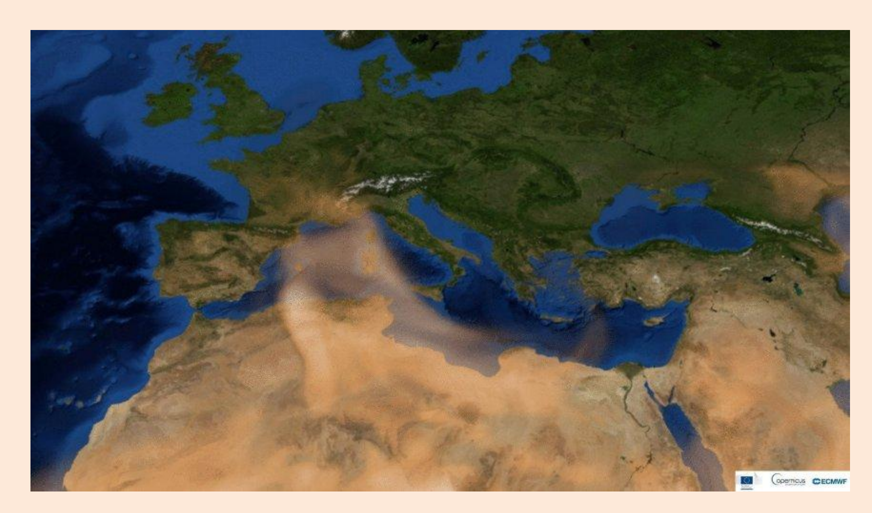
Wir können nach allen möglichen komplizierten Phänomenen bei den fraglichen Hitzewellen der Neuzeit, aber auch der letzten 1000 Jahre suchen und vernachlässigen die naheliegendste Ursache: die allgemeine Wetterlage.

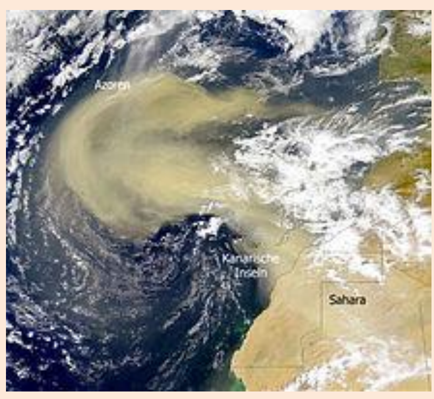
Alle Hitzewellen - zumindest der Neuzeit - haben eine Ursache gemeinsam: ein Hochdruckkeil treibt sich aus der Sahara gen Norden und bringt extrem heisse Saharaluft mit sich. Unter normalen Umständen wurde diese Heissluft durch die Alpen

förmlich gebremst, so dass Spanien, Italien, Griechenland , das französische Korsika unter Hitze – und Trockenperioden litten.

Jährlich bringen diese heissen Saharawinde auch Wüstensand über die Alpen nach Mitteleuropa. Autofahrer bemerkten diesen lästigen Mikrostaub alljährlich und fanden sich damit ab, auch wenn in einigen Regionen sich gar einige Zentimeter auf den Autos bemerkbar machten.

Je nach akuter Wetterlage werden jährlich rund 60-500 Millionen Tonnen Saharasand über Mitteleuropa niedergelassen.









Quelle der Bilder: Wikipedia

Sahara Sand über dem Mitterlmeer und den Azoren

Das Leibniz-Institut für Troposphärenforschung in Leipzig vermeldete im Juli 2019, man habe mit einem Laser-Messgerät Staub in zwei bis fünf Kilometer Höhe messen können. Die Geräte senden ultrakurze Lichtpulse in den Himmel. Wenn diese in der Atmosphäre auf die Schwebeteilchen treffen, wird das Licht zum Teil wieder zur Erde reflektiert. Eine Aerosol-Messstation auf dem Schweizer Jungfraujoch hatte die Partikel bereits sehr frühzeitig nachgewiesen.

Auf Bildern des Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) am Europäischen Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage im britischen Reading ist gut zu erkennen, dass der Sandtransport über das Mittelmeer gen Deutschland und Frankreich verlief.

Schuld daran ist das Zusammenspiel des Tiefdruckgebiets "Nasir" über dem Atlantik und dem Hoch "Ulla" über der Ostsee. Der Druckunterschied zwischen beiden sorgt dafür, dass derzeit Luft aus der Sahararegion weit nach Norden befördert wird - und mit ihr der Staub.

Dieser Sandtransport bringt jährlich etliche 100 Millionen Tonnen Sand durch die Passatwinde bis hin in die Amazonasregion und die Karibik, wo die Nährstoffe wichtig für das Pflanzentum sind.

Wenn wir jeweils die Wetterlagen rund um die Saharahoch-druckgebiete verfolgen, so werden wir feststellen, dass entsprechende Tiefdruckgebiete mit heftigem Regenfall an den Fronten „lauern“.

Seit vielen Jahren werden diese Staubproben von verschiedenen Instituten analysiert. Die Proben sehen dann zunächst recht unscheinbar aus: ein grau-brauner Schlamm, der mit Seewasser gemischt ist. Je nachdem woher der Sand der Sahara kommt beinhaltet er verschiedenste Stoffe, die als Dünger für das Land, als auch für die See gelten.

Bei genauer Analyse zeigt sich: Die Proben stecken voll wichtiger Nährstoffe. Sie beinhalten am meisten Tonminerale und Quarze, aber auch Eisenoxide und Feldspäte – das sind Siliziumverbindungen wie Quarze, die allerdings noch andere Stoffe wie Kalzium, Natrium oder Kalium beinhalten.

Denn Plankton, das unterste Glied in der Nahrungskette im Meer, benötigt zum Wachstum einerseits Phosphor, aber auch Stickstoff. Den wiederum bilden kleinste Bakterien aus Eisen – das aus der Sahara kommt.

Der Staub aus der Sahara ist damit also äusserst wichtig für nahezu das gesamte Klima auf der Erde! – Sande anderer Wüsten (Namib und Gobi) sinngemäss.

Wenn Warmisten den Saharasand und die Hitzewellen gen Mitteleuropa geradezu als Beweis unseres Umweltfrevels verdammen, beweist es, dass sie absolut keinerlei Ahnung vom biologischen Gleichgewicht der Erde haben, denn der Sand der Sahara wirkt als ein kühlender Effekt auf die Erde, weil gerade er den Treibhauseffekt verringert.

Wenn es mehr Wüsten, mehr Nährstoffe und mehr Plankton gibt, dann könnte es auch dazu führen, dass die Meere mehr Kohlendioxid speichern können – was wiederum eine mögliche Erderwärmung bremsen kann.

Mehr Plankton dürfte auch die Nahrungskette bereichern.

Hitzewellen aus der Sahara und deren Sand zu diskreditieren, heute, morgen und in der Vorzeit ist eine Fehlmeinung.

Warum dieser Exkurs ? Wetter und Klima sind seit Bestehen der Erde, insbesondere der Atmosphäre, wunderbare, natürliche Phänomene der Natur.

Die Erde hat die Eigenschaft sich selbst zu regenerieren. Selbst gewaltige ausser natürliche Ereignisse wie den Yucatan Event/Dhakka Trapp, gewaltige Erdbeben und Vulkanausbrüche, Verschiebung der tektonischen Platten und damit verbundene klimatische Veränderungen, zahlreiche Eiszeiten und folgende Warmzeiten, Hiroshima/Nagasaki, Tschernobyl und Fukushima wurden von der Natur reguliert.

Ursachentheorie 9: NAO und PDO

Wie die Pazifische Dekaden-Oszillation (PDO) das Wetter in der Pazifikregion (speziell Westküste USA bis hin nach Alaska) bestimmt, so bestimmt die Nordatlantische Oszillation (NAO) das Wetter im Mittel – und Westeuropa, bis hin zu den Azoren.

Über die Arktis – Arktische Oszillation - ergibt sich ein Zusammenspiel dieser Zonen.

Die Pazifische Dekaden-Oszillation (Abkürzung PDO; englisch pacific decadal oscillation) bezeichnet eine abrupte Änderung der Oberflächentemperatur im nördlichen Pazifischen Ozean.

Das Phänomen der pazifischen Dekaden-Oszillation wurde 1996 von Steven Hare von der University of Washington erkannt und benannt.

Die durch die PDO bestimmte Anordnung von Warm- und Kaltwassergebieten im nördlichen Pazifik prägt die Hauptströmungsrichtung des Jetstreams und hat damit langfristige und signifikante Auswirkungen auch auf das globale Wettergeschehen. Besonders deutlich wurde dieser Jetstream anlässlich der verheerenden Waldbrände und Trockenperiode in Kalifornien im Jahre 2018.

Die Nordatlantische Oszillation und die Arktische Oszillation (AO) sind räumlich sehr ähnlich und können deshalb nicht getrennt betrachtet werden, wobei die AO umfassender bis über den Nordpol in den Nordpazifik reicht. Der AO-Index beschreibt tendenziell primär das Verhältnis von Azorenhoch zu Islandtief, der NAO-Index die Intensität beider Aktionszentren im Vergleich zum Standarddruck.

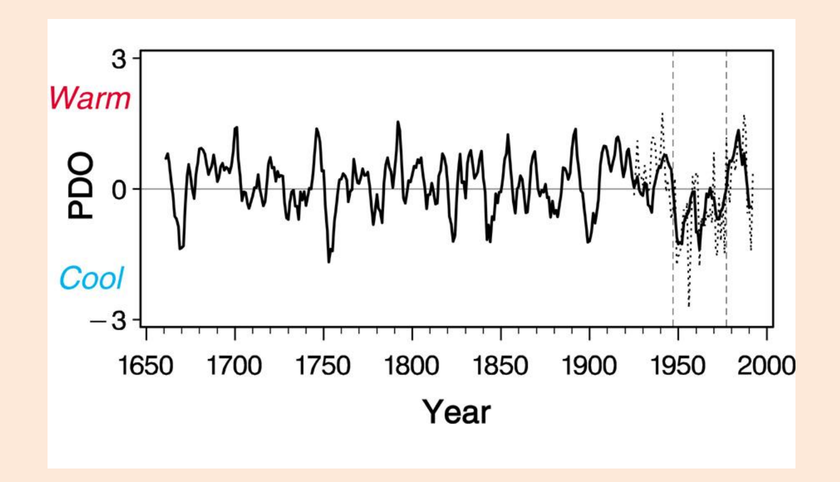
Es scheint ein Zusammenhang zwischen der NAO und der Pacific Decadal Oscillation (PDO) zu bestehen. Dekaden mit hohem winterlichem NAO-Index fallen mit Dekaden mit hohem PDO-Index zusammen. Dies bedeutet, dass in den Jahrzehnten mit vielen La-Niña-Ereignissen mit strengen Wintern in Europa zu rechnen ist. Der Zeitraum von 1945 bis 1970 stützt diese These. Ob es eine mögliche Ursache gibt (Telekonnektion über den Nordpol und die amerikanischen Landmassen im Zuge der Westwinddrift), die beide Oszillationen entscheidend beeinflussen kann, bleibt noch zu untersuchen.

Wichtig ist jedoch, dass die Südliche Oszillation (SO) keinen direkten Einfluss auf die NAO zu haben scheint. Untersuchungen der Korrelation zwischen dem Winter in Europa und der SO zeigen, dass der SO nur

Temperaturänderungen unter 1/10 °C anzurechnen sind. Im Sommer ist dies noch weit geringer. Die SO ist somit eher ein großer Verwandter der NAO, respektive vielleicht eine durch die Tropen abgekoppelte Folge des pazifischen Wettermotors.

Man nimmt heute aber an, dass die Zyklen der El Niño/La Niña-Ereignisse (El Niño-Southern Oscillation, ENSO) diejenigen der NAO beeinflussen. Dabei sind Nord- wie Südhalbkugel von der ENSO betroffen. Daher gilt nach derzeitigem Forschungsstand die ENSO als fundamentaler „Wettermotor".

Diese Phänomenen sind erst ab 1996 anfänglich erforscht. Trotz umfangreicher Literatur und Messungen aufgrund von Baumkernen bis hin ins 17. Jahrhundert dürfte es rein spektakulär sein, diese überaus wichtigen Wetter-Ereignisse mangels Beweisen bis ins 16. Jahrhundert – hier mit Schwerpunkt auf 1540 – zurückzuberechnen, auch wenn ein Trend aufgrund der Zyklen durchaus berechnet werden könnte.

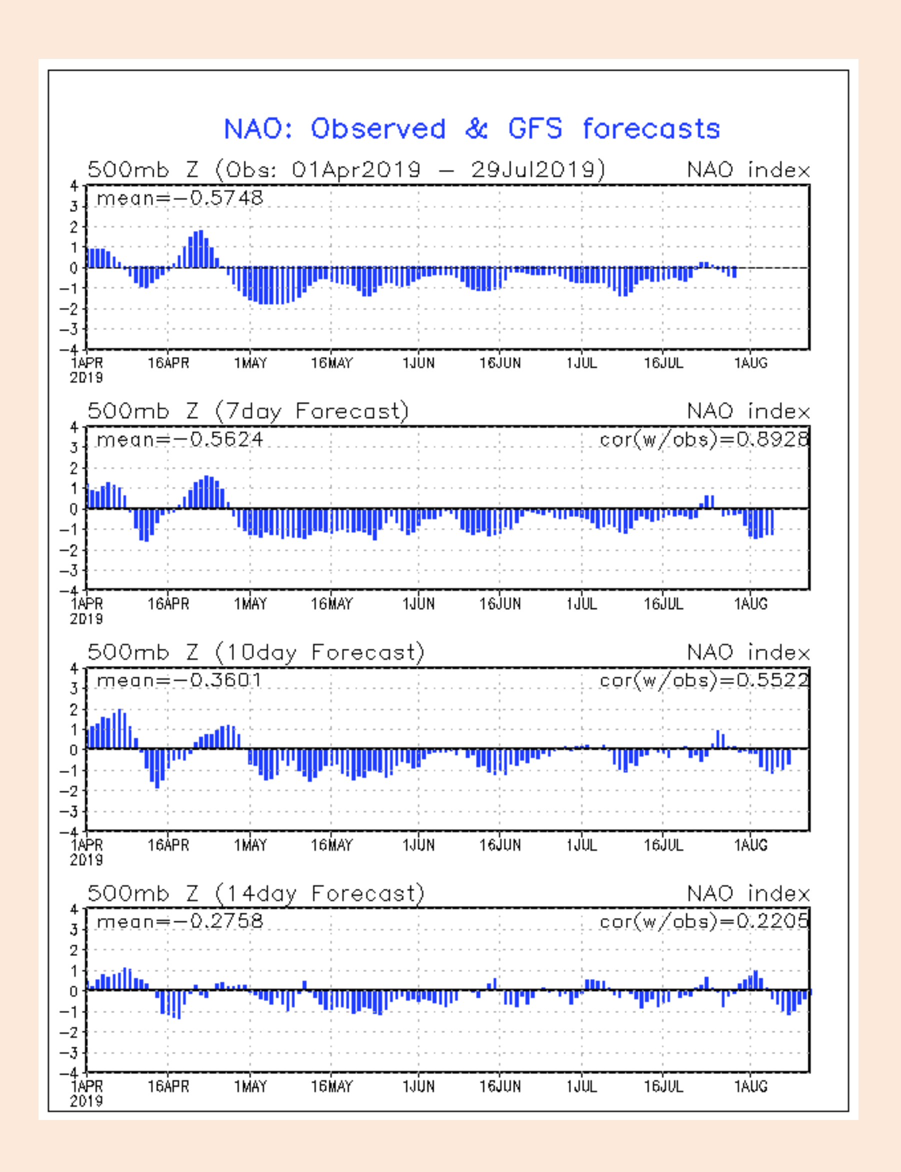


PDO im Nordpazifik

(Text und Grafik teilweise von Wikipedia entnommen).

Auf den Seiten der NOAA sehen wir sehr konkret die Daten der NAO während bestimmter Zeiten (www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/nao_index_mrf.shtml) :

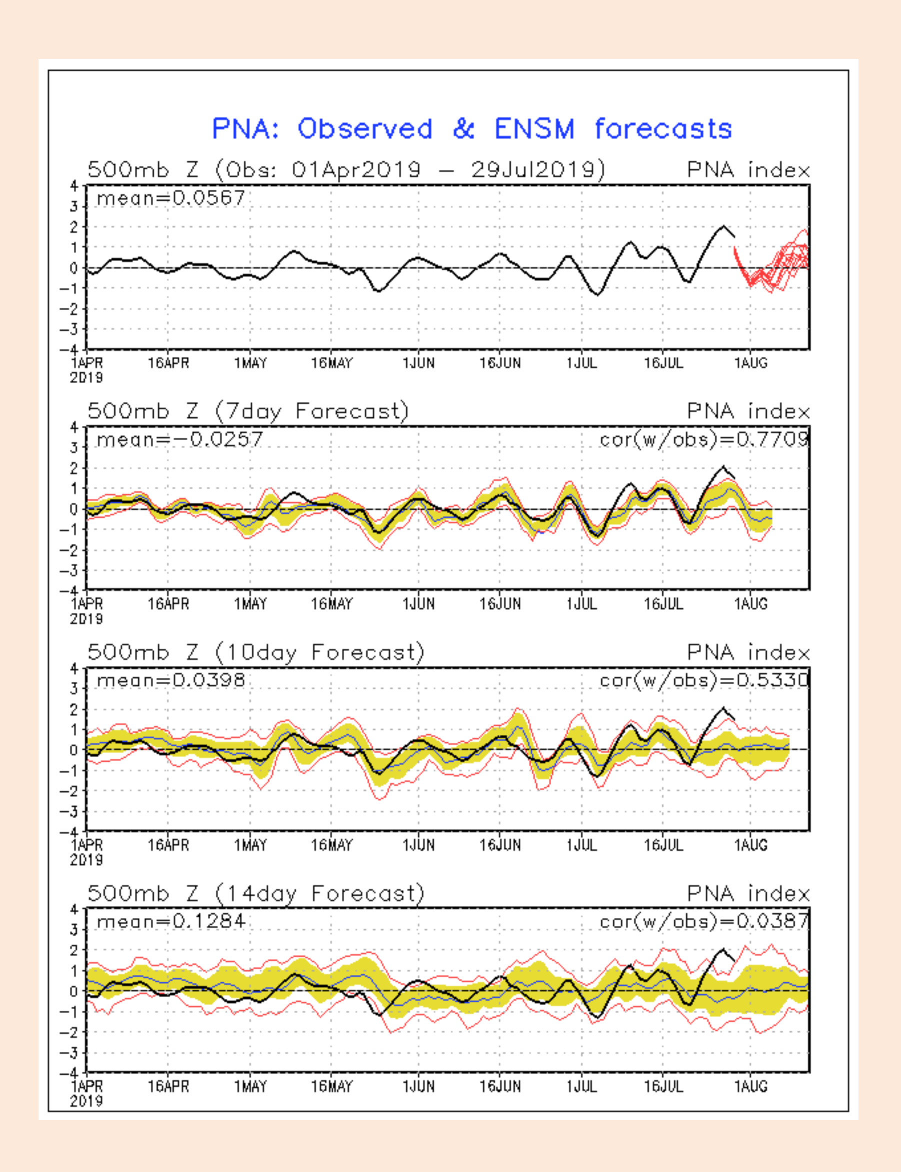
Hier 1. April 2019 – 29. Juli 2019



The daily NAO indices are shown for the previous 120 days, and the GFS forecasts of the daily NAO index at selected lead times are appended onto the time series. The indices are standardized by standard deviation of the observed monthly NAO index from 1950-2000 interpolated to the day in question. A 3-day running mean is applied to the forecast time series.

The values at the upper left and right corner of each figure indicate the mean value of the NAO index and the correlation coefficients between the observation and the forecasts, respectively. (Quelle : NOAA).

Vergleichsweise erhalten wir die Daten des PDO für den gleichen Zeitraum



Folgen für Umwelt und Klima

Je nachdem, ob die NAO positiv oder negativ ist, ergeben sich unterschiedliche Folgen.

Folgen einer positiven NAO

Atmosphäre:

In Grönland bestimmt die Polarluft das Wetter, somit ist es besonders kalt und trocken.

Die Westwinddrift führt milde und feuchte Luft (atlantische Luftmassen) nach Europa. Charakteristisch ist der mehrere Tage dauernde oft regelmäßige Wechsel von Schön- und Schlechtwetterphasen mit Durchzug der Fronten der Nordatlantiktiefs und Zwischenhochs.

Der Jetstream, ein Windsystem, das mehrere Kilometer über dem Boden bei ungefähr 30° bis 60° nördlicher Breite um den

Globus weht, wird von dem Islandtief so beeinflusst, dass die über dem Atlantik gebildeten Tiefdruckgebiete mit ihren starken Winden direkt Nordeuropa erreichen. Starke Niederschläge und milde Temperaturen sind in den gemäßigten Breiten Europas die Folge. In dieser Situation kann Mitteleuropa von Winterstürmen getroffen werden. Dies geschah beispielsweise 1999 (Anatol, Lothar, Martin).

Währenddessen erreichen kalte Ausläufer des Russland-hochs häufig den Mittelmeerraum. Dementsprechend wird es dort kälter und trockener als gewöhnlich.

Über Nordafrika verstärken sich die Passatwinde.

Ozean:

Der Eisexport aus der Arktis scheint durch das kalte Wetter in Grönland größer als normal zu werden.

Die Oberflächentemperatur zeigt eine dreipolige Struktur: Durch die kalten Winterstürme wird die Labradorsee besonders kalt, die Region des Golfstroms dagegen erwärmt sich, wenn der Golfstrom (und sein Ausläufer, der Nordatlantische Strom) mehr warmes Wasser nordwärts transportiert.

Die verstärkten Passatwinde führen zu einer Abkühlung des äquatorialen Atlantiks durch verstärkten Auftrieb aus dem tieferen Ozean.

Biologische Prozesse:

In Skandinavien hat die Flora und Fauna ca. 20 Tage mehr Zeit zum Gedeihen, bis der Frost sich durchsetzt.

In der Labradorsee kommt es durch das Absinken des kalten Oberflächenwassers zu einem Rückgang des Fischbestandes (vor allem Kabeljau und Dorsch).

Die starken Passatwinde führen dazu, dass der Sand der Sahara weit auf den Atlantik hinaus weht. Nicht ganz geklärt ist der Einfluss dieses Staubs auf die Biologie im Ozean.

Das von der afrikanischen Küste weggetriebene Oberflächenwasser wird durch nährstoffreicheres Tiefenwasser aus dem tieferen Ozean ersetzt, so dass es viel Fisch gibt, der den Fischern einen guten Fang beschert.

Folgen einer negativen NAO

Atmosphäre:

In Grönland wird es relativ warm, denn das schwache Tief kommt nicht gegen die warmen Luftströmungen vom amerikanischen Festland an.

Durch einen schwächeren Luftdruckgegensatz sind die Westwinde über dem Atlantik schwächer. Sie erreichen kaum Nordeuropa, sondern eher den Mittelmeerraum. Es kann so in Mitteleuropa vermehrt zu Kaltlufteinbrüchen aus Nordosten kommen, die zu kalter Witterung führen, oder mit südwestlicher Höhenströmung zu subtropischem Einfluss und Wärme.

Nordeuropa gerät im Winter verstärkt auch unter den Einfluss des Kälte-Hochs über Asien. Die Folge sind Wetterlagen mit niedrigen Temperaturen und wenig Niederschlag. Bei stark negativem Index dringen diese über Russland bis weit nach Mitteleuropa vor, und bringen im Sommer Hitze, im Winter Kälte nach Zentraleuropa.

Die abgeschwächte Westwinddrift verlagert sich südwärts und führt im Mittelmeerraum zu feuchterem Wetter.

Es entstehen atmosphärische Blockierungen mit langandauernden Großwetterlagen, bis zu Hitze- oder Kältewellen.

Ozean:

Die Eismassen in der Arktis scheinen sich zurückzuziehen, genauso wie die Gletscher auf Grönland. Dies geschieht aber deutlich langsamer als die NAO schwankt.

Die dreiteilige Struktur im Nordatlantik hat sich umgedreht: Die wärmere Festlandsluft in der Labradorsee sorgt dafür, dass diese Gegend wärmer wird. Vor der Ostküste der USA bleibt es eher kühl, weil der jetzt schwächere Golfstrom weniger warmes Wasser nach Norden schaufelt.

Die Passatwinde entlang des Äquators sind schwächer, so dass die Abkühlung dort geringer wird.

Biologische Prozesse:

Das kältere Wasser im Bereich des Golfstroms lässt dort den Bestand an Muscheln wachsen.

In der Labradorsee steigen die Fischbestände durch höhere Temperaturen an.

Erhöhter Niederschlag im Mittelmeerraum begünstigt Wein- und Olivenernten.

Die NAO als Einflussfaktor für den Tiefenwassertransport

Der im Nordatlantik sowohl in der Labradorsee als auch im Europäischen Nordmeer stattfindende vertikale Wasseraustausch wird maßgeblich durch Schwankungen der NAO beeinflusst. Durch die in den letzten beiden Jahrzehnten überwiegend positiven NAO-Lagen ist es zu einer verstärkten Tiefenwasserbildung im Nordwestatlantik gekommen. Diese ist mit den verhältnismäßig kalten Wintertemperaturen korreliert, die aufgrund der positiven NAO-Lage an der Ostküste Kanadas auftreten. Dabei trägt die konvektive Erneuerung mittlerer und tiefer Wasserschichten der Labradorsee zur Produktion und Transport des Nordatlantischen Tiefenwassers bei und hält so die weltweite thermohaline Zirkulation in Gang. Die Intensität der im Nordatlantik stattfindenden Konvektionsströme wird dabei weniger durch jahreszeitliche als durch Schwankungen der NAO, die sich über Jahrzehnte erstrecken, beeinflusst. So ist die in der Labradorsee stattfindende Konvektion in den späten 1960er-Jahren wesentlich schwächer und somit flacher ausgeprägt gewesen, als es heute der Fall ist. Seitdem ist das Wasser der Labradorsee um einiges kälter und salzärmer geworden, mit stark zugenommenen Konvektionsströmen bis in über 2300 Meter Tiefe. Dagegen wird die Konvektion im Europäischen Nordmeer in den letzten Jahren eher unterdrückt und zeichnet sich durch wärmere und salzreichere Tiefengewässer aus.

(Text teilweise aus Wikipedia, dort auch mit entsprechenden Grafiken und weiteren Referenzen ersichtbar).

Wir sehen, dass irgendwelche anthropogenen Einflüsse bei der Bildung des Wetters, langfristig des Klimas, sich nicht auf Jetstreams durch PDO oder NAO auswirken oder Verursacher sind, sondern stets – auch vor 500 Jahren zu Zeiten des 1540 Events (oder anderen drastischen Temperaturanomalien) – die Natur von sich aus für Wetterschwankungen verantwortlich ist.

Ron Davis Rahf

im Juli 2019